

Aus dem Tropen-Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Prof. Dr. N. Atanasiu

**Untersuchungen über die Wirkung der
mineralischen Düngung auf afrikanischen Böden
am Beispiel von Demonstrationsversuchen in
Kleinbauernbetrieben von
Nigeria, Sierra Leone und Kenia**

DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
an der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Diplomlandwirt
Klaus Zschernitz
aus Beuden/Sachsen-Anhalt

Gießen 1973

Aus dem Tropen-Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Prof. Dr. N. Atanasiu

**Untersuchungen über die Wirkung der
mineralischen Düngung auf afrikanischen Böden
am Beispiel von Demonstrationsversuchen in
Kleinbauernbetrieben von
Nigeria, Sierra Leone und Kenia**

DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
an der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Diplomlandwirt
Klaus Zschernitz
aus Beuden/Sachsen-Anhalt

Gießen 1973

Aus der Tongen-Station
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Prof. Dr. H. Atanasiu

Untersuchungen über die Wirkung der
mineralischen Düngung auf die Ertragsleistung
am Beispiel von Getreidepflanzen in
Kleingewächshäusern von
Nigeria, Sierra Leone und Liberia

DIPLOMAT
an der Justus-Liebig-Universität Gießen
zur Erlangung des Dokortitels



Dekan:	Prof. Dr. H. Schmutterer
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. N. Atanasiu
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. L. Jung

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Februar 1973

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Beschreibung des Arbeitsgebietes	2
2.1 Klima und Böden	2
2.1.1 Nigeria	2
2.1.2 Sierra Leone	13
2.1.3 Kenia	18
2.2 Bedeutung der Landwirtschaft	23
2.2.1 Nigeria	23
2.2.2 Sierra Leone	25
2.2.3 Kenia	27
3. Zur Methodik des Demonstrationsversuches in Kleinbauern- feldern	29
3.1 Was kann man "demonstrieren"?	29
3.2 Übertragung wissenschaftlicher Versuchsergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis	32
3.3 Typen der Demonstrationsversuche	34
3.3.1 "Look see package"-Demonstration	34
3.3.2 Mehrparzellen-Demonstration	35
3.3.3 Einfache Versuche ("Simple Trials")	37
3.4 Ausbildung der Feldberater	42
3.5 Abfassung von einfachen Versuchsanleitungen für Feldberater	45
3.6 Verteilung von Saatgut, Düngemitteln und Insektiziden	51
3.7 Auswahl der Bauern	52
3.8 Auswahl der Versuchsfelder	54
3.9 Lage des Versuchs in der Gemarkung	54
3.10 Größe der Versuchsfläche	55
3.11 Organisation von Feldtagen	58
3.12 Abernten der Versuche	60

	<u>Seite</u>
3.13 Die Versuchsberichte und ihre Auswertung für die Beratung	61
3.131 Ertragssteigerungen	61
3.132 Wirtschaftlichkeit der angewandten Methoden zur Ertragssteigerung	62
3.133 Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse	65
4. Auswahl der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen für die Demonstrationsversuche	69
4.1 Reis	69
4.2 Yams	70
4.3 Cassava	71
4.4 Mais	72
4.5 Kartoffel	72
4.6 Bohnen	73
4.7 Erdnüsse	73
4.8 Sorghum	73
5. Ergebnisse von Demonstrationsversuchen und einfachen Ver- suchen (Simple Trials) in Kleinbauernfeldern	74
5.1 Nigeria 1963/64 bis 65/66	75
5.2 Sierra Leone 1966/67 bis 67/68	113
5.3 Kenia 1968/69 bis 69/70	131
6. Ergebnisse einfacher Düngungsversuche an Arabica Kaffee in Kleinplantagen in Kenia	151
7. Auswirkung der Demonstrationsprogramme auf die Land- wirtschaft	153
7.1 Entwicklung des Düngemittelverbrauchs	153
7.2 Ausbau des Düngemittelmarktes	155
7.3 Steigerung des Anbaus von Hohertragssorten	156
7.4 Verbesserung des landwirtschaftlichen Beratungs- dienstes	156
8. Zusammenfassung	158

9. Literaturverzeichnis

10. Anhang

Figur 1

Vegetationskarte Nigerias

Bodenkarte Nigerias

Karte der Hauptexportkulturen Nigerias

Bodenkarte von Sierra Leone

Umrechnungstabelle

Da in den Ländern des Arbeitsgebietes verschiedene Maßsysteme zur Anwendung kamen, werden die Umrechnungsfaktoren für die verwendeten Maßeinheiten vom britischen System zum metrischen System nachstehend angeführt.

Pounds/acre ist für den alltäglichen Gebrauch gleich Kilogramm/Hektar

$$1 \text{ lb/acre} \times 1,12 = \text{kg/ha}$$

$$1 \text{ inch} = 2,54 \text{ cm}$$

$$1 \text{ foot} = 30,5 \text{ cm}$$

$$1 \text{ acre} = 4047 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ square mile} = 2,590 \text{ km}^2$$

$$\text{Grad Fahrenheit} = \text{Grad Celsius} \times 1,8 + 32$$

$$\text{Grad Celsius} = (\text{Grad Fahrenheit} - 32) \times 0,555$$

1. Einleitung

Etwa achtzig Prozent der Bevölkerung Afrikas sind in der Landwirtschaft beschäftigt, der größte Teil davon in kleinen Familienbetrieben mit extrem niedriger Produktivität. Die Wirtschaft der meisten afrikanischen Länder basiert auf zwei oder drei Exportkulturen, die den Preisschwankungen des Weltmarktes ausgeliefert sind. Selbst das Vorhandensein großer unterbevölkerter Landflächen stellt ein Problem dar. Die Entwicklung der Infrastruktur, notwendig, um wirtschaftlichen Fortschritt zu erzielen, wird sehr teuer. Die Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte und der Wandel von der Subsistenzlandwirtschaft zu marktorientierten Betrieben ist schwieriger in sehr dünn besiedelten Gebieten als in dichter besiedelten Ländern.

Alle Faktoren deuten darauf hin, daß die wirtschaftliche Entwicklung in weitaus den meisten afrikanischen Staaten von den Entwicklungsmöglichkeiten der Millionen Kleinbauern abhängt. Wenn es gelingt, diese riesige Anzahl von Menschen wirtschaftlich ins 20. Jahrhundert zu bringen, dann wäre ein Großteil der Probleme Afrikas gelöst. Das Ausmaß der anstehenden Probleme wird ersichtlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß es sich bei der traditionellen schwarz-afrikanischen Landwirtschaft um Pflanzstock-Brandrodung oder Wanderhackbau handelt. Der Pflug und das Rad sind noch nicht erfunden worden.

Angesichts dieser Entwicklungsstufe stellt sich die Frage: Wo soll man beginnen? Soll man gleich den großen Sprung von Pflanzstock und Hacke direkt zum Traktor wagen, oder ist es richtig, erst verbesserte Handgeräte und Zugtiere einzuführen? Was ist wichtiger, Düngemittel und bessere Sorten oder Mähdrescher und Traktoren?

Nach zehn Jahren Tätigkeit im FAO Düngemittel-Programm in den verschiedensten Gebieten Afrikas ist der Autor der Ansicht, daß Düngemittel, gute Sorten und verbesserte Anbaumethoden bei weitem wichtiger sind für die afrikanische Landwirtschaft als übereilte Mechanisierung. Es sei dabei nur an Hektare von Maschinenfriedhöfen der Nkrumah-Zeit in Ghana erin-

nert. Selbst wenn es nicht gelingt, den Bauern eine Kombination (package) von Düngung, Zuchtsorten und besseren Anbaumethoden gleichzeitig beizubringen, hat es sich gezeigt, daß auch Düngemittel allein die Speerspitze des Fortschrittes in der Landwirtschaft sein können. Dabei ist es gleichgültig, ob der Bauer die Düngemittel als Medizin des weißen Mannes oder als Magie betrachtet.

Figur Nr. 1 zeigt deutlich, daß der Düngemittelverbrauch pro Flächeneinheit ein sicheres Maß für die Entwicklung der Landwirtschaft eines jeweiligen Landes darstellt. In der folgenden Arbeit soll am praktischen Beispiel von drei afrikanischen Ländern dargestellt werden, wie die Erträge in Kleinbetrieben durch Düngemittel-Demonstrationsversuche gesteigert werden können.

Die drei Länder Nigeria, Sierra Leone und Kenia haben eine Vielfalt von Boden- und Klimatypen als auch die verschiedensten Stufen der landwirtschaftlichen Entwicklung. In Nigeria und Sierra Leone herrscht noch die Waldbrandwirtschaft (shifting cultivation) vor, während in den Hochländern Kenias schon eine sehr intensive stationäre Landwirtschaft, teilweise mit tierischer Zugkraft, betrieben wird. Das Arbeitsgebiet deckt daher viele für den afrikanischen Kontinent typische Klima- und Bodengebiete.

2. Beschreibung des Arbeitsgebietes

2.1 Klima und Böden

2.11 Nigeria

Wie überall in wenig entwickelten Gebieten wird das Vegetations- und Landschaftsbild Nigerias vom Klima bestimmt, und wie in allen warmen Zonen der Erde ist die Höhe der Niederschläge und die Dauer und Ausprägtheit der Trockenzeit ausschlaggebend. Nigeria bietet ein gutes Beispiel dafür, daß weiträumige geographische Begriffe nicht mehr genügen, wenn man sich etwas intensiver mit dem Studium eines Landes befaßt.

Das trifft besonders dann zu, wenn es um den Einfluß des Klimas auf die Landwirtschaft geht. Wenn man eine Karte Afrikas betrachtet, wird man zwei Klimaräume in Nigeria finden, nämlich die Savanne im nördlichen Teil des Landes und in einem mehr oder weniger breiten Streifen entlang der Küste den tropischen oder äquatorialen Regenwald. Ein Blick auf Karte I (vegetation key) zeigt jedoch, daß auf Grund der klimatischen Einflüsse Nigeria in zehn sehr unterschiedliche Zonen eingeteilt werden kann.

Nur der Vollständigkeit halber sollen hier kurz die Zonen der Savannen-region erwähnt werden. Von Norden kommend finden wir in der Nähe des Tschad-Sees die Sahel-Zone. Den größten Teil Nordnigerias nimmt die Sudan-Zone ein, gefolgt in südlicher Richtung von der nördlichen und südlichen Guinea-Zone. Diese Gebiete sind landwirtschaftlich von größter Bedeutung. Hier werden Erdnüsse, Baumwolle, Sesam und Rinder produziert, fallen jedoch nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Die Waldregion kann wieder in vier Zonen eingeteilt werden, wobei zusätzlich als fünfte Zone die des Gebirgswaldes hinzukommt. Diese Arbeit wird sich besonders mit den Verhältnissen dieser Gebiete Nigerias befassen. Wiederum vom Norden herkommend schließt sich an die südliche Guinea-Zone die sogenannte "derived savannah" an. Dies ist ein Gebiet, das früher vollständig vom tropischen Regenwald eingenommen wurde. Durch mehrmaliges und wiederholtes Roden und Abbrennen ist jedoch die typische Waldvegetation zerstört worden, und Gräser sind in diese Gebiete eingewandert. Die Gräser sind wiederum die Ursache der alljährlichen Buschfeuer, die empfindliche junge Waldpflanzen zerstören. So finden wir in dieser Zone zwar noch Relikte des früheren Regenwaldes an steilen, steinigen Hügeln oder anderweitig nicht nutzbaren Landstrichen, jedoch der allgemeine Eindruck dieses Gebietes gleicht mehr dem der Savanne als dem des tropischen Regenwaldes. Sehr weit verbreitet ist die "derived savannah" besonders in Ost-Nigeria, wo die Bevölkerungsdichte besonders hoch ist. Obwohl die Klimadaten noch eindeutig die des Regenwaldes sind (z. B. Enugu: Jährliche Niederschläge 72 inches und durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit im Januar 72 %), kann sich auf Grund der starken Inanspruch-

nahme des Landes und der leichten Böden kein Hochwald mehr entwickeln. So gewinnt man den Eindruck einer Buschsteppe, wenn man durch diese Gebiete fährt. Allgemein kann jedoch angenommen werden, daß bei längerer Brachezeit und vor allem Vermeiden von Feuern diese Gebiete sehr schnell wieder vom Wald eingenommen werden.

Interessant vom landwirtschaftlichen Standpunkt ist, daß die Ölpalme, an und für sich eine typische Pflanze des Regenwaldes, sehr stark in der "derived savannah" verbreitet ist. Das liegt an der Widerstandsfähigkeit der Ölpalme gegen Feuer. Die Ölpalme übersteht ohne großen Schaden das Abbrennen der Felder vor dem Pflanzen der Feldfrüchte. Von landwirtschaftlichen Kulturen sind hier besonders Yams und Mais von Bedeutung. Es wird auch noch Baumwolle angebaut, oft als zweite Frucht nach Mais. Von geringerer Bedeutung sind Erdnüsse, Reis in Sumpfgebieten und entlang des Nigers, Casava, Pigeon Peas und verschiedene Gemüsesorten. An Baumfrüchten sind Cashewnut, Mango, Citrus, Guava und verschiedene lokale Fruchtbäume zu erwähnen.

Den größten Teil der Waldregion nimmt der Tiefland-Regenwald ein. Diesem Gebiet wird die Hauptaufmerksamkeit in der vorliegenden Arbeit geschenkt. Hier werden die wichtigsten Exportkulturen Ölpalme, Kautschuk und Kakao angebaut, und hier wächst das Nutzholz für den Export. Daneben treten als einjährige Ackerpflanzen Casava und Wasseryams mehr in den Vordergrund. Auch wird meist in abgegrenzten Gebieten Trockenreis angebaut. Trockenreis benötigt eine gewisse Niederschlagsmenge (70 inches), damit er gedeihen kann. Mais wird auch angebaut, gedeiht aber umso schlechter, je höher die Niederschläge werden. Regenwald in seiner ganzen unberührten Mächtigkeit findet man aber auch hier nur noch in den Forstschutzgebieten. Da im Gegensatz zu anderen tropischen Gebieten in Nigeria auch die Regenwaldzone verhältnismäßig dicht besiedelt ist, besteht der größte Teil der Vegetation aus Sekundärwald. Das ist Aufwuchs, der nach ein- bis zweijähriger landwirtschaftlicher Nutzung im System der Waldbrandwirtschaft (shifting cultivation) entsteht. Da, wie schon erwähnt,

die Ölpalme das Abbrennen der gerodeten Ackerflächen übersteht und sie meist beim Fällen der Bäume verschont wird, finden wir weit verbreitet natürliche Ölpalmbestände, sogenannte "palm groves", die auch heute noch den größten Teil des Palmöls in Nigeria hervorbringen.

Typisch für diese Gebiete ist die gleichbleibende Höhe der Temperaturen und der relativen Luftfeuchtigkeit.

Tabelle 1 Relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur ($^{\circ}$ F)
(nach Geography of Nigeria Seite 75 - 79)

	Lagos (Rel. Luftfeuchtigkeit %)	Lagos (Temperatur $^{\circ}$ F)	Benin (Temperatur $^{\circ}$ F)
J	76	80	75
F	78	81	77
M	76	82	75
A	75	81	74
M	79	80	77
J	86	77	80
J	85	76	86
A	80	75	84
S	82	72	82
O	80	78	76
N	79	80	73
D	75	80	77

Besonders die hohe Luftfeuchtigkeit garantiert auch in der Trockenzeit ein gewisses Wachstum. Allgemein kann gesagt werden, daß in diesen Gebieten das Hauptpflanzenwachstum in den Monaten April - Mai und September - Oktober und in der ersten Hälfte des November stattfindet. In dieser Zeit sind genügend Feuchtigkeit und Licht vorhanden, während in der Hauptregenzeit oft das Licht ins Minimum gerät und viele Pflanzen nur sehr langsam wachsen, da einfach nicht genug Licht für die Assimilation vorhan-

den ist. In der Trockenzeit kommt natürlich das Wasser ins Minimum und auch während dieser Zeit findet kein Wachstum statt.

Südlich an die Tiefland-Regenwaldzone schließt sich die Zone von Süßwassersümpfen an. Die Sümpfe werden durchbrochen von Flüssen und Lagunen, auf denen sich aller Transport abwickelt. Die Gebiete sind sehr wenig erschlossen und haben im Moment wenig wirtschaftliche Bedeutung. Meist werden die Gebiete von Handel und Fischfang treibenden Stämmen bewohnt. Potentiell sind diese Gebiete natürlich alle für Sumpfreisanbau prädestiniert. Umfangreiche Studien sind über die Anbaumöglichkeiten und die Urbarmachung dieser Landstriche gemacht worden. Neben den hohen Kosten für Rodung und Anlegen der Reisfelder gibt es aber auch andere bodenbedingte Gründe, die die Urbarmachung erschweren. Es entstehen bei der Austrocknung dieser Böden während der Trockenzeit und der Ernte des Reises sehr starke Säuren, die das Wachstum des Reises negativ beeinflussen.

Das gleiche gilt auch für die Mangrovensümpfe entlang der Küste. Experimente haben gezeigt, daß auch diese Gebiete für den Reisanbau geeignet sind, jedoch hohe Kosten, dünne Besiedlung und ungünstige Verkehrsbedingungen haben bisher eine Urbarmachung im großen Stil verhindert.

Fast alle wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen in der Regenwaldregion Nigerias verlangen eine ganz bestimmte Höhe der Niederschläge und einen ganz bestimmten Grad an Luftfeuchtigkeit. Es ist deshalb nicht übertrieben, wenn man den Regen als den wichtigsten klimatischen Faktor bezeichnet. Der meiste Regen wird von den während der Sommermonate ununterbrochen wehenden Süd-West-Winden vom Golf von Guinea gebracht. Man findet daher ein stetiges Abnehmen der Niederschläge, je weiter man nach Norden kommt. Doch muß hierbei einschränkend vermerkt werden, daß, wohl auf die Linienführung der Küste zurückgehend, im Ostteil des Landes höhere Niederschläge weiter nördlich fallen als in den süd-westlichen Gebieten. Die eigentliche Regenzeit ist in ihrer Dauer und Intensität sehr verschieden. Im Süd-Westen ist die Hauptregenzeit Ende April bis Ende

Oktober mit einer Unterbrechung im August. Je weiter man nach Osten kommt, um so kürzer wird die Unterbrechung der Regenzeit, bis man eine geschlossene Regenperiode von Ende April bis Ende Oktober hat. Im Norden der Savanne dagegen finden wir eine durchgehende Regenzeit von Juni bis September.

Tabelle Nr. 2 (Geography of Nigeria S. 72) gibt die durchschnittlichen monatlichen Niederschläge einiger Orte in der Regenwaldzone wieder.

Tabelle 2 Durchschnittliche monatliche Regenfälle in inches

Station	geograph. Lage	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni
Abeokuta	7° 08' N	0.80	1.06	3.60	5.89	6.11	7.85
Ibadan	7° 26' N	0.40	0.89	3.57	3.54	5.97	7.51
Lagos	6° 35' N	1.06	1.56	3.85	5.56	10.81	18.07
Bonny	4° 23' N	2.73	4.20	9.41	9.09	11.75	28.57
Port Harcourt	4° 51' N	1.23	2.48	5.17	7.55	9.95	13.18
Owerri	5° 29' N	0.88	1.72	4.60	8.86	10.82	12.12
Enugu	6° 27' N	0.61	1.07	2.70	5.96	10.42	11.46

Station	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Summe des jährlichen Regenfalls
Abeokuta	7.33	3.52	5.03	4.88	1.88	0.67	48.63
Ibadan	6.29	3.45	7.09	6.09	1.66	0.39	46.80
Lagos	11.09	2.72	5.48	8.08	2.73	1.02	72.04
Bonny	20.61	19.31	22.59	16.18	8.34	4.17	156.95
Port Harcourt	12.77	12.73	15.23	10.86	5.69	1.95	98.79
Owerri	14.06	12.96	16.21	11.07	2.79	0.94	97.03
Enugu	7.49	6.70	12.34	9.93	2.13	0.59	71.40

Interessant sind die Niederschlagsmengen von Enugu. Sie sind fast so hoch wie die von Lagos. Doch liegt Enugu fast in einer savannenartigen Landschaft,

während in Lagos niemand bestreiten wird, daß er sich in der tropischen Regenwaldzone befindet. Das beruht auf verschiedenen Tatsachen. Einmal, wie schon erwähnt, ist die Besiedlung in der Ostregion dichter und die Böden werden mehr in Anspruch genommen mit teilweise sehr kurzen Brachezeiten. Zum anderen sind die Böden viel leichter und sanider, so daß die starken Regenfälle sofort im Untergrund versickern.

Entsprechend dieser Faktoren finden wir auch die Hauptanbaugebiete der wichtigsten Kulturen verteilt. Der Kakao, der die geringste Regenmenge und die geringste Luftfeuchtigkeit benötigt, wird vor allem in der West-Region zwischen Abeokuta und Ibadan und in einem Gebiet um Ondo herum angebaut. Zu hohe Luftfeuchtigkeit ist dem Kakao besonders abträglich, da sie die gefürchtete Pilzkrankheit "Black Pot" (*Phytophthora palmirora*) fördert. Ernteverluste betragen 5 % in trockeneren Gebieten und bis 80 % in feuchteren Lagen (An Agricultural Notebook S. 103). Dagegen verlangt der Kakao eine möglichst gesicherte Wasserversorgung vom Boden her. Es werden daher besonders humose schwere Böden für den Kakaoanbau empfohlen. In den letzten Jahren hat sich auch herausgestellt, daß die Beschattung des Kakaos durch andere Bäume nicht nötig ist. Bei reichlicher Düngung und gutem Boden werden weitaus bessere Erträge ohne Beschattung erzielt. Allgemein kann gesagt werden, daß der Kakao etwa 50 - 60 inches Regen benötigt. Eine sehr scharf ausgeprägte Trockenheit wird jedoch schlecht vertragen. Deswegen sind alle Versuche gescheitert, den Kakao weiter nach Norden in den Gebieten der "derived savannah" anzubauen.

Der Kautschuk (*hevea brasiliensis*) stellt weitaus höhere Anforderungen an die Höhe der Niederschläge. Ideale Verhältnisse finden sich vor allem in fernöstlichen Ländern, wie z. B. Malaysia. Dort fallen etwa 90 inches Regen gleichmäßig verteilt über das ganze Jahr. Deshalb sind Ertrags-erwartungen in jenen Ländern weitaus höher als in Nigeria. In Nigeria wird Gummi angebaut in Gebieten mit 80 - 100 inches Regen und möglichst gleichmäßig hoher Luftfeuchtigkeit. Die Latexproduktion hängt natürlich

weitgehend von der Verteilung der Niederschläge ab. Darüber hinaus braucht der Gummibaum einen leichten durchlässigen Boden, der meist geringe wasserhaltende Kraft hat. Gute Verhältnisse für den Gummianbau finden wir besonders im südlichen Teil der Mid-West Region. Hier finden sich leichte sandige Böden und die entsprechend hohen Niederschläge. Die Luftfeuchtigkeit bleibt fast gleichmäßig hoch das ganze Jahr über (siehe Tabelle Luftfeuchtigkeit S. 5). Weitere günstige Gummianbaugebiete finden sich im südlichen Teil der Ostregion.

Auch die Ölpalme (*Elaeis Guineensis*, Jacq.) ist eine typische Pflanze des Regenwaldes. Hohe Luftfeuchtigkeit und Niederschläge möglichst gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt stellen das Ideal dar. Jedoch ist die Ölpalme dank ihres starken Wurzelnetzes durchaus in der Lage, Trockenperioden zu überstehen. Dies gilt besonders für Gebiete mit hohem Grundwasserstand. Natürlich bringt die Ölpalme dort keine Maximalerträge mehr. Beste Erträge werden auch in Nigeria in Gebieten mit über 80 inches Regen erzielt. Je höher die Niederschläge, umso leichter kann der Boden sein. Wiederum ideale Verhältnisse finden sich in Malaysia und Indonesien, wo der Regen über das ganze Jahr verteilt ist und Sonne und Regen schnell wechseln. In Nigeria scheint auch während der Regenzeit das Licht zeitweise ins Minimum zu geraten. Gute Bodenbedeckung ist bei Plantagenanbau der Ölpalme besonders wichtig, um die Auswirkungen der Trockenzeit zu mindern.

Auf den Anbau der einjährigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen haben die Niederschläge ebenfalls großen Einfluß. Casava und Wasseryams verlangen die höchsten Niederschläge zur Erzielung von guten Erträgen. Das gleiche gilt für Trockenreis, der im Gegensatz zum Sumpfreis auch auf trockenem Land wächst, dafür aber hohe Niederschläge während der Vegetationsperiode verlangt.

Ungünstig wirken sich hohe Niederschläge vor allem auf den Mais aus. Obwohl Mais noch in Gebieten mit 80 inches und mehr Niederschlägen angebaut wird, so sind die Erträge doch sehr gering. Neben vielen Pilzkrank-

heiten treten Schnecken und vielerlei Insekten als Schädlinge während der Regenzeit auf, die oft die ganze Maisernte zerstören. Dabei muß man bemerken, daß in diesen Gebieten der Mais fast nur in Mischkultur mit Yams, Melonen und Gemüse oder sogar Trockenreis angebaut wird. Ein Ernteausfall in manchen Jahren ist daher nicht zu tragisch zu nehmen.

Um Benin herum und etwas weiter südlich wird Gemüse (Okro) und Grünmais fast das ganze Jahr über angebaut, da es auch während der Trockenzeit oft Gewitter gibt, die das Wachstum ermöglichen.

Im allgemeinen war in Versuchen und Demonstrationen festzustellen, daß höhere Niederschläge die Wirksamkeit der Handelsdüngemittel stark herabdrückten. Die gleiche Düngergabe hat unter 80 inches Regen weitaus geringere Wirkung als unter 50 - 60 inches. Das beruht besonders auf der starken Auswaschung aller Nährstoffe und auf der Tatsache, daß auf Grund der hohen Niederschläge die Böden meist sehr sauer sind.

Aubreville (Climates Forêts Paris 1949) gibt für die nigerianische Regenwaldzone eine Fläche von 43,80 Millionen Hektar an. Diese Zahl schließt jedoch die "derived savannah" ein und wahrscheinlich auch Gebiete, die ihren klimatischen Faktoren nach Wald sein müßten, jedoch durch Einfluß des Menschen heute einen mehr savannenartigen Charakter haben. Das Nigerianische Handbuch gibt (einschließlich Britisch Kamerun) 15,5 Millionen Hektor für Mangrovensümpfe, Süßwassersumpfböden und Regenwald an. Eigentlicher Hochwald wird nur mit 3,9 Millionen Hektar angegeben. Eine Bodenkarte (Karte Nr. 2 Vine)¹ wurde von Vine für Nigeria entworfen. Die Bodengruppe A 1 (III), bestehend aus meist rötlichem porösem Sand oder sandigen Tonböden, schließt den größten Teil der Regenwaldzone und die ganze "derived savannah" ein. Da dieses Schema sehr grob ist, finden wir in dieser Gruppe Böden, die als durchaus fruchtbar anzusehen sind, aber auch Böden, die, wenn unter Kultur gebracht, schon nach zwei Ernteperioden vollkommen erschöpft sind. Überraschend ist die gute

1 Siehe Anhang

Wasserdurchlässigkeit dieser Böden. Schon kurze Zeit nach schweren tropischen Regenfällen ist alles Wasser versickert. Das ist selbst noch bei einem Tonanteil von 60 % zu beobachten. Der Grund dafür ist, daß die Tonfraktion dieser Böden meist aus Kaolinit und hydratisiertem Eisenoxyd besteht. Nur ganz wenige Böden dieser Gruppe enthalten Tonminerale mit höherem Siliziumgehalt. Diese Böden werden von Vine als mäßig bis stark ausgewaschen bezeichnet. Die Oberfläche der Böden ist meist schwach sauer. Je weiter man nach Süden kommt, desto saurer werden die Böden. Alle diese Böden sind in Gebieten zu finden, die weniger als 80 - 90 inches Regen bekommen.

Die mechanische Analyse dieser Böden zeigt starke Unterschiede je nach der Hanglage. Fast über die ganze Ausdehnung der Bodengruppe III finden sich in den oberen Teilen der Abhänge mit Kies durchsetzte Tonböden auf Muttergestein, das viel Quarz enthält. Böden, entstanden aus Gestein, das weniger Quarz enthält, haben meist eine lehmige oder feinsandig-tonige Textur mit stark wasserhaltender Kraft. Dies sind die typischen Kakaoböden der Westregion. Diese Böden helfen durch ihre starke Wasserspeicherung dem Kakao über die kritischen Monate während der Trockenzeit. Am unteren Teil der Abhänge finden wir tiefgründigere tonige Böden von 1 m - 1,20 m Tiefe.

In einem Großteil der Böden der Gruppe III finden sich in 30 - 40 cm Tiefe Eisenkonkretionen, die entweder kiesigen steinigen Charakter haben oder aber seltener ganze ungebrochene Schichten bilden können. Die Gruppe III enthält auch Böden des sogenannten Benin-Types. Unter einem sehr leichten sandigen Oberboden findet man einen tiefgründigen roten Ton oder sandigen Tonboden. Diese Böden formen zum Teil die Böden des Gummianbaubereiches in der Mid-West Region. Rote Tonböden mit sehr geringem Sandanteil finden sich in der Ondo-Provinz. Sie werden meist für den Kakaoanbau genutzt.

Auf die Gruppe A 2 IV soll hier nicht näher eingegangen werden, da diese Gruppe sich auf das frühere Britisch Kamerun beschränkt. Das gleiche gilt

für die Gruppe B IV.

Sehr wichtig ist jedoch Bodengruppe B V. Sie erstreckt sich von der Calabarprovinz bis zur südlichen Ondoprovinz. Die Gruppe B umfaßt Böden, die stark ausgewaschen sind mit stark saurem Oberboden und Untergrund. Der Regenfall dieser Gebiete ist meist höher als 90 inches. Die gelblich-braune Farbe dieser Böden beruht auf der hohen hydratisierten Form der Eisenverbindungen. Das Eisen liegt meist in Form von Limonit vor. Die Grenzlinie zwischen den rötlichen und gelblichen Böden kann westlich vom Crossriver verhältnismäßig scharf gezogen werden. Wenn man durch das Land reist, wird einem sofort die veränderte Farbe der Lehmhütten auffallen. Ganz plötzlich werden alle Häuser südlich einer gewissen Linie gelb, während nördlich dieser Linie das typische Landschaftsbild von den roten Lehmhütten geprägt wird. Die Textur dieser Böden variiert von Sand bis zu sandigem Ton. Sande mit geringem Tonanteil sind weit verbreitet in den Sedimentböden des Nigerdeltas.

Diese Böden verlieren ihre Fruchtbarkeit sehr schnell unter einjährigen Kulturen. Besonders die Maiserträge sind sehr niedrig. Etwas besser geeignet sind sie für Cassava und Wasseryams. Trockenreis bringt auf diesen Böden gute Erträge, wenn der Tonanteil etwas höher als normal ist. Bei hohen Niederschlägen sind die Böden der Gruppe B V besonders für Gummi geeignet. Auch Ölpalmen bringen gute Erträge, obwohl sie einen hohen Tonanteil im Boden bevorzugen. Kalkung hat auf diesen Böden gute Ergebnisse gezeigt, besonders zur Steigerung der Maiserträge. Doch ist die Kalkung verhältnismäßig teuer und wirft starke Transportprobleme auf.

Die Gruppe C umfaßt die Böden der Süßwasser- und Mangrovensümpfe; Gruppe C VII Süßwasser-Sumpfböden, meist graue oder weiße Sande und graue Tonböden mit organischem Oberboden; Gruppe C VIII braun-schwarze salzige Mangrovenböden bedeckt mit einer Schicht aus unverrottetem organischen Material. Für die Landwirtschaft sind noch am besten die grauen Tonböden der Süßwassersümpfe geeignet. Diese bringen unter unregelmäßiger natürlicher Überflutung entlang des Nigers gute Reisernten hervor.

Bei allen anderen dieser Böden kommen, wie schon erwähnt, neben den hohen Kosten der Rodung und der Abneigung der Bevölkerung dieser Gebiete gegen jeglichen Ackerbau noch Schwierigkeiten vom Boden her dazu. Starke Entwicklung von Säuren, wenn der Boden austrocknet, freies Eisen und Aluminium, das für Reis toxische Konzentration erreichen kann, haben bis jetzt jeden Versuch einer Urbarmachung verhindert.

2.12 Sierra Leone

Sierra Leone liegt in den feuchten Tropen an der Westküste Afrikas zwischen 7° und 10° nördlich des Äquators und $10^{\circ}30'$ und $13^{\circ}15'$ West.

Wie auch in Nigeria ist in Sierra Leone die Menge und Verteilung des Regensfalls der wichtigste klimatische Faktor. Von etwa 130 inches an der Küste geht die Regenmenge bis auf etwa 90 inches im Norden des Landes zurück. Der zehnjährige durchschnittliche Regenfall für drei Orte in Sierra Leone war wie folgt:

Tabelle 3 Monatlicher Regenfall im 10jährigen Durchschnitt in inches
(aus: Soil Conservation and Land Use in Sierra Leone App. 1)

	Freetown	Makeni	Yengema
J	0.30	0.17	0.52
F	0.07	0.17	0.39
M	0.57	0.94	3.32
A	2.22	2.73	6.90
M	5.56	8.83	8.06
J	13.22	15.93	12.62
J	36.35	20.33	10.95
A	37.06	26.26	17.39
S	24.20	20.79	16.56
O	11.32	15.85	11.13
N	4.98	5.95	5.55
D	1.92	1.22	1.93
Total	137.77	119.17	94.72

Freetown liegt direkt an der Küste, Makeni im Nord-Westen des Landes und Yengema im Nord-Osten.

Wie die Tabelle zeigt, fällt fast die gesamte Regenmenge zwischen April und November. August und September sind die feuchtesten Monate. Die Regenzeit wird von einer intensiven Trockenzeit abgelöst. Die Intensität der Trockenzeit macht sich besonders im Norden des Landes bemerkbar. Die nachteilige Auswirkung der Trockenzeit auf den Pflanzenbestand wird im Januar und Februar noch durch den sogenannten Harmattan, einen Staubsturm, der aus der Sahara kommt, erhöht. Die Temperaturen schwanken zwischen 80° und 100° F. Während des Harmattans kann aber die Temperatur bis auf 45° F zurückgehen.

Auf Grund des hohen Regenfalls finden sich in Sierra Leone sechs große Flüsse mit ihren weitverzweigten Zweig- und Nebenflüssen. Die besondere Geländeformation in Sierra Leone begünstigt die Bildung von Sümpfen, die eine große Bodenreserve für den Anbau von Sumpfreis darstellen. Der Norden und Nord-Osten des Landes ist hügelig mit Bergen bis zu 6000 Fuß in den Loma- und Tingi-Gebirgen.

Der südliche und westliche Teil des Landes ist Flachland mit Ausnahme der Berge auf der Freetown Halbinsel. Es wird allgemein angenommen, daß Sierra Leone vor nicht allzu langer Zeit fast vollkommen von tropischem Regenwald bedeckt war.

Durch immer intensivere Landnutzung im System der Waldbrandwirtschaft haben sich heute folgende Vegetationstypen ergeben:

(nach Soil Conservation and Land Use in Sierra Leone)

1. Wald

- a) Primärwald
- b) Sekundärwald
- c) Farm-Busch

2. Savanne

- a) Savannen-Wald
- b) Offene Savanne
- c) Lophira-Savanne

3. Hochliegendes Grasland

- a) Hügel bedeckt mit Gras und Seggen
- b) Lateritsohlen mit Gras
- c) Grasland entstanden durch Landnutzung
- d) Elefantengrasland (*Pennisetum Purpureum*)

4. Flußufer-Grasland

- a) Rokel-Grasland
- b) Waanje Grasland

5. Sümpfe

- a) Inland-Süßwassersümpfe
- b) Seggensümpfe
- c) Mangrovensümpfe

6. Küstenvegetation

- a) Küstenparkland
- b) Küstenfarmbusch
- c) Natürlicher Küstenbusch

Der Primärwald zeichnet sich aus durch das Vorhandensein von wertvollen Holzarten und die Abwesenheit von Ölpalmen. Sekundärwald ist mindestens einmal im System der Waldbrandwirtschaft geschlagen worden. Der weit-aus größte Teil des Waldes in Sierra Leone besteht aus Sekundärwald.

Er ist charakterisiert durch die großen Bestände von Ölpalmen und wenig wertvolle tropische Holzarten. Die wichtigste landwirtschaftliche Kulturart in diesem Gebiet ist der Trockenreis. In den Gebieten mit Farm-Busch konnte sich durch wiederholte landwirtschaftliche Nutzung des Landes kein Wald mehr regenerieren. Die Bracheperioden zwischen der Nutzung sind meist kürzer als 15 Jahre.

Der Savannenwald und die offene Savanne unterscheiden sich hauptsächlich durch ihren Bestand an Gräsern. Im Savannenwald herrschen *Andropogon*-arten vor, die gutes Weideland darstellen. In der offenen Savanne wird *Andropogon* von *Chasmopodium* und *Anadelphia*-arten verdrängt. In der *Lophira*-Savanne findet sich fast ausschließlich die feuerharte Buschart *Lophira alata*. Dieser Typ Savanne ist sehr weit verbreitet im Nord-Westen des Landes. Landwirtschaftlich sind diese Gebiete wenig nutzbar. Das hochliegende Grasland ist ein Produkt intensiver menschlicher Nutzung,

soweit es sich nicht um isolierte Flecken von Laterit¹ oder steile Hügel handelt. Oft ist es vollkommen verseucht mit Speergras (*Imperata cylindrica*), was die landwirtschaftliche Nutzung sehr erschwert. Elefantengras dagegen ist ein Zeichen für relativ fruchtbare Böden. Das Flußufergrasland wird weitgehend für den Reisanbau genutzt. Das Rokel-Grasland, auch Boliland genannt, wird nur flach überflutet während der Regenzeit. Grasländereien am Waanje- und Sewa-Fluß werden tief (bis zu 10 Fuss) überflutet. Hier wird der sogenannte "floating rice" angebaut, der sich der jeweiligen Wassertiefe anpaßt.

Süßwasser-Inlandsümpfe finden sich über das ganze Land verteilt entlang der Flußläufe. Es wurde immer wieder versucht, die Bauern dazu zu bringen, diese für den Sumpfreisanbau bestens geeigneten Böden zu kultivieren. Das hatte nur geringen Erfolg. Die meisten Bauern ziehen es vor, Trockenreis auf Waldböden anzubauen, obwohl die Erträge des Trockenreises nur etwa ein Drittel von denen des Sumpfreises betragen.

Seggensümpfe finden sich zwischen dem trockenen Land und den Mangrovensümpfen entlang der Küste. Sie werden während der Regenzeit überflutet. Mangrovensümpfe sind weit verbreitet entlang der Mündungen der großen Flüsse und an der Meeresküste selbst. Teilweise sind sie gerodet worden, und es werden salzresistente Reissorten angebaut. Dies gilt besonders für das Gebiet der Mündung des Scarsies-Flusses.

Die Küstenvegetation, besonders im extremen Süden des Landes, steht auf fast reinem Sandboden. Das Küstenparkland findet sich auf extrem nassen Standorten, die in der Regenzeit meist überflutet, in der Trockenzeit jedoch vollkommen ausgetrocknet sind. Bäume und Büsche können sich hier nur sehr sporadisch entwickeln. Diese Flächen sind landwirtschaftlich kaum

1 Laterit besteht aus Konkretionen von Eisen- und teilweise Aluminium-Oxyden. Es können zusammenhängende Krusten gebildet werden, oder die Konkretionen haben kiesartigen Charakter. Die Entstehung von Laterit ist noch nicht vollständig geklärt. Man kann jedoch davon ausgehen, daß Klima und die Wasserführung des Bodens eine maßgebliche Rolle spielen.

nutzbar. Der Küstenfarmbusch findet sich unter ähnlichen Standortverhältnissen. Diese Gebiete werden jedoch nicht so lange und so tief überflutet wie das Küstenparkland. Landwirtschaftliche Nutzung ist daher möglich. Die natürlichen Küstenbuschflächen werden auch während der Regenzeit überflutet und haben einen niedrigen Bestand verkrüppelter Bäume und Büsche.

Da es keine zusammenhängende Bodenkarte von Sierra Leone gibt, soll hier nur eine kurze Beschreibung der Bodentypen erfolgen, wie sie schon in der Vegetation zum Ausdruck kam. Generell kann man sagen, daß die meisten Böden Sierra Leones einen leichten durchlässigen Charakter haben, mit Ausnahme der Sumpfböden. Alle Böden sind sauer bis stark sauer (p H 4 - 6). Alle trockenen Böden enthalten Laterit, das sich oft zu einer harten undurchlässigen Sohle verbindet.

Basierend auf dem Ausgangsmaterial finden sich folgende Böden:

Granitböden in bergigen Gegenden, meist gut durchlässig mit geringem Gehalt an Laterit.

Böden auf metamorphen Felsen haben meist einen hohen Lateritgehalt. Sie neigen zur Sohlebildung. Im Osten des Landes sind diese Böden meist in Forstschutzgebieten zu finden. Im Westen formen sie den Standort der Lophira-Savanne. Sie sind wenig fruchtbar.

Böden der Rokel-Fluß-Serie enthalten eine Schicht von Grundwasserlaterit. Sie sind stark verwittert und unfruchtbar, jedoch kann Reis an manchen Standorten angebaut werden, besonders dann, wenn Superphosphat gedüngt wird.

Böden auf Pleistocen und jüngeren Formationen. Im Süden des Landes sind sie praktisch reine Sandböden und unbrauchbar für landwirtschaftliche Zwecke. Im zentralen und nördlichen Küstenstreifen enthalten sie feineres Bodenmaterial und sind daher relativ fruchtbar.

Die folgenden Alluvialböden finden sich in Sierra Leone:

Inlandsümpfe, deren Böden etwa der Umgebung entsprechen, aber einen höheren Tonanteil und mehr organisches Material haben. Sie sind meist sehr gut für den Sumpfreisanbau geeignet.

Alluviale Flutebenen finden sich dort, wo größere Flüsse die Böden der Rokel-Fluß-Serie kreuzen. Die sehr flachen Gebiete sind überflutet während der Regenzeit und sehr trocken in der Trockenzeit. Sie enthalten feine Sande, Schluff und Tonablagerungen. Oft bildet sich auch Grundwasserlaterit.

2.13 Kenia

Kenia ist ein Land mit ungeheuren topografischen Unterschieden. Praktisch ist jede Landschaftsform von gletscherbedeckten Bergen bis zur Wüste und den östlichsten Ausläufern des zentralafrikanischen Regenwaldes vertreten. Die Höhenlagen variieren von Seehöhe bis 5199 m am Gipfel des Mount Kenya. Die Geografie unterscheidet sechs verschiedene physiographische Gebiete: Das Nyanza Plateau in West-Kenia, das zentrale Hochland, das vom ostafrikanischen Grabenbruch geteilt wird, die nördlichen Ebenen, das Vorlandplateau und die Küstenebene. Durch intensive vulkanische Tätigkeit und Faltung des ostafrikanischen Grabens sind diese Landschaftsformen entstanden. Entsprechend der Topographie des Landes finden sich in Kenia die verschiedensten Klimata auf verhältnismäßig engem Raum.

Wie in Westafrika, so wird auch in Kenia die landwirtschaftliche Nutzbarkeit des Landes weitgehend vom Regenfall bestimmt. Weite Gebiete Kenias haben weniger als 10 inches jährlichen Regenfall. In den gebirgigen Gegenden fallen bis zu 80 inches jährlich.

Ein relativ feuchtes Gebiet erstreckt sich entlang der Küste am Indischen Ozean. Das gleiche gilt für die Gegenden am östlichen Rand des Victoria-sees. Alle Gebirge haben generell hohe Niederschläge. Es gibt zwei Regenzeiten in Kenia, die lange Regenzeit von März bis Mai/Juni und die kurze Regenzeit von Oktober bis Dezember. Die Trockenzeit dazwischen ist umso

ausgeprägter, je niedriger der Gesamtniederschlag ist. In West-Kenia gibt es keine richtige Trockenzeit. In normalen Jahren fällt dort das ganze Jahr über Regen. Der durchschnittliche jährliche Regenfall bestimmt in Kenia ganz eindeutig die Besiedlungsdichte der jeweiligen Gegend.

Wenn man die durchschnittlichen Niederschläge eines bestimmten Ortes in Kenia feststellt, muß man beachten, daß es beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren gibt. Es gibt Jahre, in denen nur die Hälfte des langjährigen Mittels fällt. Es kann aber auch die zweifache Regenmenge in einem Jahr fallen. Der monatliche Regenfall variiert noch mehr als der jährliche Durchschnitt. Die Unsicherheit der Niederschläge ist am größten in den ariden Gebieten, wo der Monatsdurchschnitt keine praktische Aussagekraft hat.

Die Durchschnittstemperaturen hängen weitgehend von der Höhenlage ab. Die höchsten Temperaturen werden in den trockenen Gegenden der Nord-Ost-Provinz gemessen. Dort sinkt die durchschnittliche Minimumtemperatur in der Regenzeit nicht unter 29° C. Frost gibt es ab 10 000 Fuß über N.N. Ab 16 000 Fuß liegt eine permanente Eis- oder Schneedecke.

Aus Kenias gesamter Landfläche von 219 000 Quadratmeilen erhalten nur 48 700 Quadratmeilen mehr als 30 inches Regen im Jahresdurchschnitt. Ein Teil dieses Gebietes ist Wald. Nur 42 000 Quadratmeilen stehen für landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung. Ungefähr 170 000 Quadratmeilen erhalten weniger als 30 inches Regen im Jahr. Von diesen Flächen haben nur 38 000 Quadratmeilen einen jährlichen Regenfall von 20 - 30 inches. Auf einem Großteil des sehr trockenen Landes kann kaum irgendwelche Art der Landwirtschaft betrieben werden. Die meisten der nomadischen Hirtenstämme leben in Gegenden mit weniger als 25 inches Regenfall. Die Entwicklungsmöglichkeiten dieser ausgedehnten Gebiete sind gering.

Tabelle 4 Jährliche Durchschnittsniederschläge in Kenia

Ort	Langjähriger Durchschnitt in mm	Anzahl der Jahre in einer 35jährigen Periode, in denen der jährliche Regen- fall vom Durchschnitt abwich				
		weniger als 50 %	75 %	von 75-125 %	mehr als 125 %	150 %
Kericho	1852	0	1	31	3	1
Bukura	1844	0	1	32	2	0
Sotik	1364	0	1	33	1	0
Limuru	1274	1	6	23	6	3
Turbo	1244	1	2	30	3	1
Kipkoitet	1112	0	1	31	3	0
Solai	1042	0	5	25	5	0
Nyeri	935	1	6	25	4	1
Timau	903	1	8	22	5	2
Thika	839	1	7	24	4	0
Kibwezi	639	1	11	15	9	2
Rumuruti	600	0	6	23	6	2

Aus National Atlas of Kenya

L. H. Brown (A National Cash Crops Policy for Kenya, Part I) schätzt die Bewässerungsmöglichkeiten in den Trockengebieten Kenias wie folgt:

Oberer Tana (Mwea) 23 000 Acres, geeignet für Reis, Zwiebeln, Tomaten;

Niederer Tana (Galole) 300 000 Acres, geeignet für Baumwolle, Bananen und Zuckerrohr;

Nil Basin 253 000 Acres, geeignet für Baumwolle, Zuckerrohr, Reis und andere landwirtschaftliche Kulturen;

Perkerra im ostafrikanischen Graben 1800 bis 2400 Acres, geeignet für Zwiebeln, Bananen, Mais;

Taveta 6500 Acres, geeignet für Gemüse, Bananen, Zuckerrohr, Baum-

wolle und Mais.

Neben diesen großen Bewässerungsprojekten gibt es noch viele Bewässerungsmöglichkeiten für kleinere Gebiete, die entwickelt werden könnten, um Hungersnot in Trockenjahren zu verhindern. Da das landwirtschaftlich nutzbare Land so beschränkt ist in Kenia, wird in Zukunft mehr und mehr Boden in den ariden Gebieten bewässert werden müssen.

L. H. Brown (A National Cash Crops Policy for Kenya, Part I) hat für Kenia die folgenden Land- und Bodenklassen aufgestellt:

Gruppe A

Hochproduktives Land mit mehr als 35 inches Regen

- A I - Land mit guten tiefgründigen Böden, aber hochgelegen und kalt, so daß nur eine Ernte im Jahr möglich ist.
- A II - Land mit guten tiefgründigen Böden, mittleren Temperaturen und nicht zu steilen Hängen, geeignet für intensive Landwirtschaft und Plantagenkulturen. Meistens können zwei Ernten pro Jahr gemacht werden.
- A III - Land mit tiefgründigen Böden und sicheren Niederschlägen, dessen Produktivität aber durch geringe Bodenfruchtbarkeit oder Drainageprobleme gemindert wird.
- A IV - Land mit flachgründigen Böden oder steilen Hängen, nicht geeignet für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen. Gut geeignet für Viehhaltung.

Gruppe B

Land mit 25 - 35 inches Regen

- B I - Land mit guten tiefgründigen Böden, wo begrenzter Anbau landwirtschaftlicher Kulturen möglich ist und Sisal gepflanzt werden kann.

B II - Dasselbe Land mit unfruchtbaren Böden oder schlechter Drainage (black cotton soils).

B III - Land mit unsicherem Regenfall und flachgründigen Böden oder steilen Hängen, nicht geeignet für die Landwirtschaft.

Gruppe C und D

Semiarides Land, ungeeignet für jede Form des Anbaus von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen.

Die am besten geeigneten Formen der Landwirtschaft für die genannten Landklassen sind wie folgt:

A I - Groß- oder Mittelbetriebe mit besonderer Bedeutung des Anbaus von Weizen, Pyrethrum, Kartoffeln, Gemüse, Obst oder Tee. Schafhaltung und Milchproduktion in der Tierhaltung.

A II - Intensive Kleinbetriebe oder Plantagenlandwirtschaft mit besonderer Bedeutung des Kaffee-, Tee- und Maisanbaus. Schweine- und Milchviehhaltung.

A III - Große Teile dieses sonst nicht sehr produktiven Landes sind für den Qualitätsteeanbau geeignet.

A IV - Milchviehhaltung oder Wolleproduktion.

B I - Kleinbetriebe oder Plantagenlandwirtschaft mit Mais- bzw. Kaffeeanbau. Sisalanbau in großen Plantagen. Die Zucht von Fleischrindern ist am profitabelsten in diesen Gebieten.

B II - Fleischrinderhaltung und Sisalanbau. Anbau anderer landwirtschaftlicher Kulturen wird durch schlechte Durchlässigkeit der Böden behindert. Auf diesem Land gibt es Bodenfruchtbarkeitsprobleme.

B III - Nur für Fleischrinderhaltung geeignet.

C und D - Nomadische Tierhaltung möglich. Wild ist vielleicht volkswirtschaftlich gesehen wertvoller als die Haustierhaltung unter diesen erschwerten Bedingungen.

Die vorstehende Landklassifizierung von L.H. Brown gibt sicher ein besseres Bild der Landwirtschaft in Kenia als eine reine Beschreibung der Böden. Es gibt zwar eine Bodenkarte von Kenia; der Maßstab ist jedoch so, daß sie kaum für die tägliche Arbeit des Beratungsdienstes im Feld geeignet ist. Seit Anfang 1972 arbeitet eine holländische Bodenkartierungsgruppe in Kenia. Es wird erwartet, daß in einigen Jahren detaillierte Bodenkarten zur Verfügung stehen.

2.2 Bedeutung der Landwirtschaft

2.21 Nigeria

Nigeria hatte bei der letzten Volkszählung im Jahre 1963 55.6 Millionen Einwohner. Der Bevölkerungszuwachs beträgt 2.75 % im Jahr. Von der Gesamtbevölkerung leben 38.5 Millionen von der Landwirtschaft. 17.1 Millionen erwerben ihren Lebensunterhalt in nicht-landwirtschaftlichen Berufen. Die Landwirtschaft erzeugt etwa 50 % des Nationalproduktes. Das Einkommen pro Kopf der Bevölkerung beträgt etwa 336 DM pro Jahr. Die Bevölkerungsdichte beträgt 36 Personen pro km², kann aber 309 Personen pro km² in bestimmten Gebieten der Ostregion erreichen. Etwa 20 % der Bevölkerung leben in Städten von 5000 Einwohnern und mehr. Das ist für afrikanische Verhältnisse sehr hoch, spiegelt jedoch die Tatsache wider, daß die volkreichsten Stämme Nigerias schon vor der Ankunft der Europäer Städte bauten.

Nigeria ist der Welt größter Exporteur von Ölpalmprodukten. Es exportiert etwa 50 % der Palmkerne und 30 % des Palmöls, das auf dem Weltmarkt erscheint. Die Westregion produzierte in der Vergangenheit immer den größten Teil der nigerianischen Palmkernexporte. Erstmals 1959/60 kamen mehr als 50 % aus der Ostregion. 1963 kamen 86 % des Palmöls aus der Ostregion. In der Westregion wird viel Öl auf den lokalen Märkten abgesetzt und im Land verbraucht.

Tabelle 5 Landwirtschaftliche Produktion für den Export in Nigeria
(in 1000 Tonnen)

	1961/62	62/63	63/64	64/65
Kakao	191	176	217	294
Kautschuk	54.9	59.1	63.2	72.1
Palmkerne	430	358	413	401
Palmöl	173	130	149	148
Erdnüsse	884	979	1245	1130
Baumwolle	85	146	129	131

Aus Agricultural Development in Nigeria 1965 - 1980

Ein Fünftel der Weltkakaoernte wird in Nigeria produziert. Davon kommen 90 % aus der Westregion, der Rest aus der Ostregion. Auch bei Erdnüssen steht Nigeria an der Spitze der Exporteure. Fast alle Erdnüsse werden in der Nordregion produziert, sehr geringe Mengen nur in der West- und Ostregion.

Entsprechend der großen Bedeutung, die die Landwirtschaft für Nigeria hat, werden auch in den Entwicklungsphasen größere Summen für die Verbesserung der Landwirtschaft vorgesehen. Das Ziel der Landwirtschaftspolitik ist die Steigerung der Produktion von Nahrungs- und Exporterzeugnissen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Landwirtschaft noch für eine lange Zeit den Haupterwerbszweig der Bevölkerung darstellen wird. Die volle Entwicklung der Landwirtschaft hängt jedoch davon ab, inwieweit den Fortschritt hemmende Faktoren beseitigt werden können. Dazu gehören das System des Landeigentums (tenure) und der Agrarstruktur, antiquierte Anbautechnik, schlechte Vermarktungs- und Absatzorganisation und ungenügende Vorrats- und Lagermöglichkeiten landwirtschaftlicher Produkte.

Sowohl die Erzeugung der Exportprodukte als auch der Nahrungsmittelprodukte liegt größtenteils in den Händen von Kleinbauern. Große Anstrengungen werden daher unternommen, die Produktionstechnik der kleinbäuerlichen

Betriebe zu verbessern. Das Schwergewicht liegt dabei auf der Versorgung mit besserem Saatgut, Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, gutem Pflanzmaterial für Baumkulturen und Verbesserung der Anbaumethoden.

2.22 Sierra Leone

Sierra Leone hatte im Jahr 1969 eine Einwohnerzahl von 2.5 Millionen. Der Bevölkerungszuwachs beträgt etwa 2.5 % pro Jahr. 1.8 Millionen (72 %) Einwohner sind von der Landwirtschaft abhängig. Die Bevölkerungsdichte liegt bei 35 Personen pro km².

Die gesamte Landfläche beträgt 18 Millionen Acres, davon werden nur 1.3 Millionen Acres landwirtschaftlich genutzt, also nur 7.2 % der Gesamtfläche. Kleinbauern bebauen 1 286 000 Acres. Großbetriebe und Plantagen nehmen eine Fläche von 113 000 Acres ein. Die durchschnittliche Betriebsgröße der Kleinbauern ist ungefähr 4.5 Acres. Das pro-Kopf-Einkommen der Bevölkerung wird auf etwa 300 DM im Jahr geschätzt.

Tabelle 6 Durchschnittliche jährliche Produktion der wichtigsten landwirtschaftlichen Erzeugnisse in Sierra Leone
(in 1000 Tonnen)

I. Nahrungsmittel	1961/63	63/66	66/68	68/69	69/70
Reis	380	390	400	407	380
Maniok (Cassava)	61	60	60	60	60
Hirse	12	12	12	12	12
Mais	9	10	10	10	10
Erdnüsse	8	9	9	9	9
Süßkartoffeln und Yams	9	9	9	9	9

II. Exporterzeugnisse	1963	64	65	66	67	68	69
Palmkerne	51.6	43.0	46.5	55.3	19.8	52.8	50.8
Kaffee	3.9	6.4	3.5	9.6	2.8	4.1	4.9
Kakao	3.3	3.2	2.4	3.3	3.5	3.4	3.1
Piassava (Palmfasern)	5.6	7.0	0.8	1.5	0.6	2.5	2.4
Sesam	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Ingwer	0.6	0.3	0.5	1.1	1.6	-	0.7

Aus "Statistical Survey" des Landwirtschaftsministeriums Freetown,
Sierra Leone

Wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist, nimmt die Reisproduktion bei weitem den wichtigsten Platz in der Landwirtschaft ein. Reis ist das Hauptnahrungsmittel in Sierra Leone. Auf Grund der Abwanderung vieler junger Leute in die Diamantenindustrie kann nicht genug Reis für die Ernährung der städtischen Bevölkerung erzeugt werden. Jährlich werden zwischen 20 000 und 40 000 Tonnen Reis eingeführt. Die Reisisimporte durch einheimische Produktion zu ersetzen, ist eines der Hauptziele der Landwirtschaftspolitik der Regierung.

Nach Reis hat Maniok (Cassava) die zweitgrößte Bedeutung in der Ernährung der Bevölkerung. Alle Erdnüsse, die im Land erzeugt werden, kommen auf die lokalen Märkte. Es findet kein Export von Erdnüssen statt. Mais wird oft grün als Gemüse verbraucht. Die Kolben werden geröstet verzehrt. Durch den Verkauf von grünen Maiskolben erzielt der Bauer ein höheres Einkommen als durch die Erzeugung von Körnermais.

Bei den Exporterzeugnissen der Landwirtschaft Sierra Leones stehen Palmkerne an erster Stelle. Robusta-Kaffee und Kakao werden nur in geringem Umfang unter sehr schlechten Bedingungen im Süd-Osten des Landes in Kleinbetrieben erzeugt. Eine Besonderheit in Westafrika ist die Erzeugung von Ingwer in Sierra Leone. Jedoch war der Markt für dieses Erzeugnis sehr schlecht während der letzten Jahre. Piassava ist eine Faser, die aus

der Raphiapalme gewonnen wird. Die Erzeugung von Piassava ist besonders wichtig für die Sumpfgebiete im Süd-Osten des Landes, die sonst keine anderen Exporterzeugnisse hervorbringen.

Neben den landwirtschaftlichen Erzeugnissen exportiert Sierra Leone noch Diamanten, Eisenerz und einige andere seltene Minerale und Erze. Es ist daher nicht so vollkommen abhängig von landwirtschaftlichen Exporten wie viele andere afrikanische Staaten.

2.23 Kenia

Kenia hat eine Bevölkerung von 11.6 Millionen im Jahre 1972. Der Bevölkerungszuwachs wird auf 3.3 % pro Jahr geschätzt. Das ist eine der höchsten Zuwachsraten in der Welt. Im Durchschnitt kommen 17.9 Personen auf 1 km². 75 % der Bevölkerung sind von der Landwirtschaft abhängig. Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt 5 994 000 ha, davon entfallen 2 566 000 ha auf Großbetriebe und 3 428 000 ha auf Kleinbetriebe und Siedlungen. Die Betriebsfläche der Kleinbetriebe variiert von 1 - 10 ha. Betriebe über 10 ha werden zu den Großbetrieben gezählt.

Tabelle 7 Landwirtschaftliche Produktion in Kenia
(in 1000 Tonnen)

	1968	1969	1970	1971
Kaffe	39.6	52.4	58.3	58.6
Tee	29.8	36.1	41.1	36.3
Sisal	50.7	50.0	44.0	48.0
Pyrethrumextrakt	0.2	0.1	0.1	0.1
Wattlerinde	37.3	33.8	29.2	28.2
Baumwolle	14.3	17.1	14.0	16.1
Zuckerrohr	947.2	1300.7	1451.2	1378.0
Cashewnüsse	8.5	8.1	9.9	12.0
Hülsenfrüchte	4.6	8.1	11.5	12.5
Mais	352.6	280.3	205.7	256.6
Reis	18.7	22.7	28.5	30.2
Weizen	216.3	241.6	221.5	180.0
Ananas	14.9	17.1	32.0	35.0

Aus "Statistical Abstracts" des Finanz- und Planungsministeriums, Nairobi

Tabelle 8 Wert landwirtschaftlicher Exporte
in 1000 K£

	1967	1968	1969	1970
Kaffee	15.7	12.8	16.8	22.2
Tee	7.4	10.0	11.3	12.7
Früchte und Gemüse	2.1	2.7	2.9	3.9
Pyrethrumextrakt	2.4	2.5	2.2	1.7
Sisal	2.1	1.8	1.7	1.8
Fleisch	2.9	3.0	2.5	2.9

Aus "Statistical Abstracts" des Finanz- und Planungsministeriums, Nairobi

Wertmäßig gesehen steht der Kaffee-Export weit an der Spitze in Kenia. Nur im letzten Jahr brachte der Tourismus mehr Devisen ein als der Kaffee. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, erhöht sich der Wert des Tee-Exports von Jahr zu Jahr. Das liegt an der Ausdehnung des Teeanbaus in Kleinbetrieben und an der weltberühmten guten Qualität des Keniatees. Große Steigerungsmöglichkeiten ergaben sich in den letzten Jahren auch bei Gemüse und Früchten, für die ein großer Bedarf in Europa besteht. Diese Erzeugnisse werden mit Luftfracht nach Europa versandt.

Pyrethrumextrakt hatte eine Absatzkrise von 1968 bis 1970. Seitdem hat sich die Produktion fast verdoppelt wegen des stürmisch ansteigenden Bedarfs auf dem Weltmarkt. Pyrethrin wird jetzt als natürliches Insektizid den synthetischen Produkten vorgezogen.

Der Markt für Sisalfasern bleibt weiterhin schwach, obwohl durch ein Hartfaserabkommen der FAO die Preise sich etwas erholt haben. Fleisch und Fleischprodukte könnten in weit größerem Umfang exportiert werden. Die Produktion von Qualitätsrindfleisch ist jedoch beschränkt. In Zukunft sollen mehr Rinder aus den ariden Gebieten mit Maissilage in sogenannten feedlots gemästet werden. Dadurch hofft man das Angebot an Qualitätsrindfleisch für den Export zu erhöhen.

Auf dem Gebiet der Nahrungsmittelproduktion für die einheimische Bevölkerung steht Mais an erster Stelle. Durch ungünstige Witterungsverhältnisse und die Senkung der Erzeugerpreise war es in den Jahren 1969 und 1970 zu einer Versorgungslücke gekommen, und es mußte etwas Mais eingeführt werden. 1971 wurden die Preise wieder erhöht und die Witterung war günstig. Deshalb wird 1972 wieder mit einer Überschußproduktion gerechnet. Bei Weizen zielt die Produktionspolitik des Landwirtschaftsministeriums auf die Selbstversorgung ab. Wird über den Bedarf hinaus produziert, kann der Überschuß als Mehl in die Nachbarstaaten exportiert werden.

Bei Zucker, Hülsenfrüchten und Reis wird Selbstversorgung angestrebt. Gute Exportmöglichkeiten bestehen für kleine weiße Bohnen, die nach England exportiert werden, wo sie zu den bekannten "baked beans" verarbeitet werden. Trotz aller Anstrengungen des landwirtschaftlichen Beratungsdienstes geht die Baumwollproduktion laufend zurück.

Wie schon erwähnt, ist Kenias einzige Devisenquelle außer der Landwirtschaft der Tourismus. Es ist daher die allgemein anerkannte Politik der Regierung, der Landwirtschaft alle nur mögliche Förderung zukommen zu lassen.

3. Zur Methodik des Demonstrationsversuches in Kleinbauernfeldern

3.1 Was kann man "demonstrieren"?

Kleinbauern in Afrika, wie in vielen anderen Kontinenten und Ländern der Welt, haben wenig Gelegenheit, ihre Produktionsmethoden mit denen von anderen Bauern zu vergleichen. Sehr oft wissen sie gar nicht, daß es etwas anderes als die seit Jahrhunderten überlieferten Praktiken gibt. Zum Beispiel waren in weiten Gebieten Süd-Nigerias Düngemittel vollkommen unbekannt, als das FAO Düngemittelprogramm zu arbeiten begann.

Die wichtigste Aufgabe des Demonstrationsversuches ist es daher, den

Bauern mehr Wissen zu vermitteln. Der Demonstrationsversuch muß zeigen, daß es möglich ist, unter Bedingungen, wie sie im Feld des Bauern vorliegen, mehr und bessere Feldfrüchte zu erzeugen. Besonders in den letzten zehn Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß es nicht genügt, immer mehr und immer bessere Versuchsstationen zu errichten, "surveys" und Studien anzufertigen, während die große Masse der Kleinbauern weiterhin nach archaischen Methoden produziert. In vielen Ländern liegen vorzügliche Versuchsergebnisse vor, die jedoch nicht in der Praxis angewandt werden.

Gleichzeitig mit der Erkenntnis, daß Forschung allein nicht genügt, stieg die Bedeutung, die man dem landwirtschaftlichen Beratungsdienst beimaß. In vielen Ländern ist der Beratungsdienst immer noch das schwächste Glied in der Kette der Wissensvermittlung von den Versuchsstationen zu den Kleinbauern. Oft sind nicht genügend Berater vorhanden, oder es gibt eine große Anzahl schlecht bezahlter, schlecht ausgebildeter und schlecht angeleiteter Berater. Wenn letzteres der Fall ist, hat es sich gezeigt, daß es gut möglich ist, mit Demonstrationsversuchen auch die Berater weiter auszubilden. Es lernen dann der Berater und der Bauer gleichzeitig von gut vorbereiteten und durchgeführten Demonstrationsversuchen. Der Erfolg eines Demonstrationsprogrammes hängt weitgehend von seiner Planung ab. Die Prinzipien des modernen Beratungswesens müssen berücksichtigt werden. Der erste Schritt ist jeweils das Sammeln von vorhandenen Informationen und Versuchsergebnissen. Diese werden gesichtet und dann die Demonstrationsobjekte festgelegt. In der Praxis wird man wirtschaftliche, soziologische und rein menschliche Faktoren in Betracht ziehen, wenn man z. B. die Düngergaben für Demonstrationsversuche festlegt. Es hat keinen Zweck, Maximalerträge erzielen zu wollen, wenn man weiß, die Bauern haben einfach das Geld nicht, um die Düngemittel zu kaufen. Es ist dann meist besser, eine niedrigere Düngergabe anzusetzen, die die Bauern auch wirklich anwenden können. Wenn die allgemeine Entwicklungsstufe der Landwirtschaft noch sehr niedrig ist, ist es angebracht, die Anzahl der zu demonstrierenden Maßnahmen in Grenzen zu halten.

In Sierra Leone z. B. lag der Ertrag von Sumpfreis bei etwa 1000 - 1500 kg/ha. Eine chinesische Beratergruppe legte Demonstrationsfelder an, die 4000 - 5000 kg/ha Reis erbrachten. Der Erfolg war sehr gering. Der Unterschied war zu groß zu den traditionellen Anbaumethoden der Bauern Sierra Leones. In diesem Falle war es besser, erst einmal nur die Anwendung von Düngemitteln einzuführen, die die Erträge um 30 - 60 % steigerten.

In Kenia dagegen hatte eine kombinierte Einführung von korrekten Anbaumethoden, Hybridmais, richtiger Düngung und Pflanzenschutzmitteln großen Erfolg. Die kenianischen Bauern kannten schon Düngemittel, wendeten sie aber falsch an. Sie hatten auch schon von Hybridmais gehört, obwohl sehr wenig Kleinbauern ihn wirklich anbauten.

Wichtig ist weiterhin, daß die zu demonstrierenden Objekte genügend Kontrastwirkung haben. Es gibt immer wieder Leute, die in Bauernfeldern den Unterschied zwischen 40 kg/ha und 50 kg/ha N demonstrieren wollen. Andere wollen zeigen, welcher Mehrnährstoffdünger, z. B. 15-45-0 oder 10-30-0, besser ist. Meist sind dann die visuellen Unterschiede so gering, daß überhaupt kein Demonstrationseffekt zu verzeichnen ist.

Soll in Bauernfeldern etwas gezeigt werden, dann muß es auch sichtbar sein. Will man den Unterschied zwischen zwei verschiedenen hohen Gaben des gleichen Nährstoffes zeigen, dann sollte man die doppelte Menge anwenden, z. B. 20 kg/ha N und 40 kg/ha N. Sonst empfiehlt es sich, immer eine Parzelle ohne Dünger in der Demonstration zu haben, und zwei verschiedene Düngergaben; nur P und NP oder N und NP. In diesem Fall kommen meist sehr gute visuelle Unterschiede heraus. Nicht zu vergessen ist auch die Kontrastwirkung, die ein guter Demonstrationsversuch gegenüber den umliegenden Bauernfeldern hat.

3.2 Übertragung wissenschaftlicher Versuchsergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis

Schon im vorstehenden Paragraphen wurde angedeutet, wie wichtig die richtige Planung eines Demonstrationsprogrammes ist und daß moderne Methoden des Beratungswesens beachtet werden müssen.

Koren (1971) definiert Beratung (extension) wie folgt: Beratung ist die informale Ausbildung von Erwachsenen mit dem Ziel, einen Wechsel in deren technischem Verhalten hervorzubringen, der im Endeffekt den Lebensstandard erhöht. Wenn die Düngemittelanwendung eingeführt werden soll, müssen folgende drei Ziele erreicht werden:

1. Der Bauer muß genügend Wissen über Düngemittel haben.
2. Er muß Düngemittel von sich aus anwenden wollen.
3. Wenn er die Düngemittel anwenden will, muß er sie auch bekommen können.

Dies klingt alles sehr einfach. In der afrikanischen Praxis sieht es manchmal ganz anders aus. In den meisten Ländern Afrikas wissen manche Bauern etwas über Düngemittel Bescheid. Sie wenden sie aber nicht an, weil sie immer noch ihren alten Praktiken folgen. Wenn die Bauern dann überzeugt sind, daß sie Düngemittel anwenden sollten, dann können sie diese oft nicht kaufen, weil der nächste Düngemittelhändler in 30 oder 40 km Entfernung seinen Laden hat. Ein gut durchdachtes Programm zur Einführung von Düngemitteln in die landwirtschaftliche Praxis muß alle drei der oben erwähnten Punkte in Betracht ziehen.

Nachdem man festgelegt hat, was demonstriert werden soll (siehe Para 3.1), muß ein ausführlicher Operationsplan aufgestellt werden. Dieser enthält:

- a) Zeitliche Dauer des Programms
- b) Jährliche zu erreichende Ziele
- c) Phasen der Einführung der verschiedenen Komponenten, z. B. Demonstrationsversuche, Ausbildungskurse für Bauern und Berater, Organisation der Düngemittelversorgung usw.

- d) Örtliche Begrenzung des Programmes
- e) Gruppen von Bauern, die angesprochen werden sollen
- f) Anzahl der Demonstrationsversuche
- g) Benötigtes Personal
- h) Informationsmedien, wie Radio, Filme, Broschüren, Vorträge, Feldtage
- i) Bereitstellung der finanziellen Mittel für diese Vorhaben
- j) Berichte und Bewertung des Programmes

Ohne einen festgelegten Plan geht es nicht. Nach dem obigen Schema können gleichzeitig mit Düngemitteln auch neue Zuchtsorten und Anbaumethoden eingeführt werden. Das hängt vom allgemeinen Entwicklungsstand der Landwirtschaft ab. Oft findet man in Entwicklungsländern sehr gute Versuchsergebnisse und wundert sich, warum kaum etwas davon in der landwirtschaftlichen Praxis erscheint. In früheren britischen Gebieten besteht meist eine Arbeitsteilung zwischen den Versuchsstationen, die Forschung betreiben, und den Landwirtschaftsministerien, denen die Beratung der Bauern untersteht. Die Versuchsstationen machen ihre jährlichen Berichte und reichen sie an das Landwirtschaftsministerium weiter. Versuchsergebnisse werden in diesen Berichten meist sehr direkt ohne große Interpretation dargestellt. Oft machen sich die Beamten des Landwirtschaftsministeriums nicht die Mühe, diese Ergebnisse in eine allgemein verständliche Sprache für den Feldberater zu übersetzen. Spätestens der legt die Berichte zu den Akten und hilft sich bei der Beratung der Bauern weiter, so gut er kann, oder er tut gar nichts. Oft bleiben die Versuchsergebnisse schon im Ministerium hängen und verstauben in den Aktenschränken.

Dem Autor erscheint es daher sehr wichtig, daß die Versuchsstationen selbst ihre Ergebnisse so weit als möglich publizieren durch Feldtage auf den Stationen für Beamte des Landwirtschaftsministeriums, Feldberater und interessierte Bauern. Beratungsbroschüren müssen verfaßt werden, die jährlich durchgesehen und, wenn nötig, geändert werden. Die Angestellten der Versuchsstationen selbst müssen in regelmäßigem Turnus Feldtouren unternehmen und sich mit Bauern und Beratern über deren Probleme

unterhalten. Wenn das nicht der Fall ist, kann man überall die "Elfenbeintürme" der Versuchsstationen finden, die mit modernsten Methoden arbeiten, und gleich hinter dem Zaun der Station sieht man Felder, die nach der Art der Vorväter von vor 2000 Jahren bestellt werden. Dies gilt besonders auch für viele Projekte der technischen Hilfe in Entwicklungsländern.

Eine gute Ausnahme stellt Kenia dar. Hier wurde besonders auf dem Gebiete des Maisanbaus sehr gute Arbeit von den Versuchsstationen geleistet. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit kann man im ganzen Land bei Groß- und Kleinbauern sehen. In diesem Land beschränkten sich die Versuchsstationen nicht auf reine Forschungsarbeit, sondern verbreiteten ihre Ergebnisse zum Nutzen der Landwirtschaft über das ganze Land.

3.3 Typen der Demonstrationsversuche

3.31 "Look see package-Demonstration"

Nachdem man sich entschieden hat, was man demonstrieren will und wie man die wissenschaftlichen Versuchsergebnisse den Bauern nahebringen kann, stellt sich die nächste Frage: Welche Form der Demonstrationsversuch haben soll.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde besonders von dem Amerikanischen Department of Agriculture die einfache "Look see Demonstration" propagiert. Das konnte entweder eine Anzahl von Maßnahmen zusammengefaßt in einem "Paket" sein, wie Düngemittel plus Zuchtsorten plus verbesserte Anbaumethoden, oder es wurde nur ein einzelner neuer Faktor demonstriert. Der Demonstrationsversuch bestand aus einer Parzelle, deren Größe von 100 m^2 bis zu $1/2$ Hektar betragen konnte. Verglichen wurde die Versuchsparzelle mit dem sie umgebenden Feld des Bauern, das in herkömmlicher Weise bestellt wurde. Ertragsmessungen wurden nicht oder nur sehr selten vorgenommen. Diese Art der Versuchsanstellung hat vielerlei Nachteile.

Wenn der Demonstrationsversuch zu spät angelegt wird oder gerade der Teil

des Feldes, auf dem der Versuch angelegt wird, relativ unfruchtbar ist, durch Staunässe leidet, Schädlings- oder Krankheitsbefall ausgesetzt ist, dann kann das Demonstrationsergebnis vollkommen negativ ausfallen. In Kenia wurden ab 1964 Tausende von ein Acre großen Demonstrationsversuchen mit Mais angelegt. Sie hatten sehr geringe Ergebnisse zu verzeichnen. Oft wurde den Bauern demonstriert, wie man 5 oder 6 Säcke Mais produziert, wo sie selbst mit weniger Aufwand 10 Säcke ernteten.

Im weltweiten Rahmen werden heute Einarzellendemonstrationen kaum noch durchgeführt.

3.32 Mehr-Parzellen-Demonstration

Diese Art des Demonstrationsversuches wird seit über 10 Jahren vom FAO Düngemittelprogramm mit bestem Erfolg angewandt. R. I. Richardson (1961), der erste Manager des FAO Fertilizer Programmes, hat weitgehend dazu beigetragen, daß sich die Mehr-Parzellen-Demonstration weltweit durchgesetzt hat.

Die Anordnung des Versuches richtet sich nach dem Zweck der zu demonstrierenden Faktoren. Als Grundregel kann gelten: Je weniger Parzellen, um so besser. H. Braun (1972) empfiehlt folgende Versuchsanlagen:

1. Sollen nur Düngemittel eingeführt werden und die Düngungsempfehlung ist gut definiert, genügen zwei Parzellen, nämlich gedüngt und ungedüngt.

1	2
ungedüngt	gedüngt

2. Ist die beste Düngungsempfehlung nicht so eindeutig aus Versuchsergebnissen ersichtlich, oder es besteht eine von den Bauern bevorzugte billige Empfehlung und eine von den Versuchsstationen propagierte op-

timale Empfehlung, kann man drei Parzellen verwenden. Im Kenia-Düngemittelprogramm wird für Mais die folgende Versuchsanordnung angewandt:

a)

2	1	3
Phosphat zur Pflanz- zeit	unge- düngt	Phosphat zur Pflanzzeit und Kopfdüngung mit Stickstoff

Für Erdnüsse und Bohnen:

b)

2	1	3
Phosphat zur Pflanz- zeit	unge- düngt	Phosphat und Kali zur Pflanzzeit

Für Kartoffeln:

c)

2	1	3
Stickstoff und Phosphat zur Pflanz- zeit	unge- düngt	Stickstoff, Phosphat und Kali zur Pflanzzeit

Im Kenia-Programm wird der ganze Versuch mit guten Zuchtsorten bestellt, die empfohlene Pflanzzeit eingehalten, der richtige Reihenabstand beachtet und, wenn nötig, Pflanzenschutzmittel angewandt.

Drei Parzellen sind nach Ansicht des Autors die optimale Anzahl für Demonstrationen in Bauernfeldern. Sollen zu Düngemitteln noch verbesserte Anbaumethoden demonstriert werden, können auch vier bis maximal fünf Parzellen ausgelegt werden. Man muß sich dann aber im klaren sein, ob das zur Verfügung stehende Feldpersonal in der Lage ist, die Versuche richtig durchzuführen.

H. Braun (1972) empfiehlt die folgende Versuchsanordnung:

1	2	3	4
übliche Bauern- praxis	Bauern- praxis mit Dünge- mittel	verbesserte Anbaumetho- den ohne Düngemittel	verbesserte Anbaumetho- den mit Düngemittel

Da die Düngung meist der teuerste Produktionsfaktor ist, muß in dieser Art Demonstration der Düngungseffekt immer klar herausgestellt werden.

Manchmal wollen Bauern keine ungedüngte Parzelle in ihren Feldern haben. Das ist meist ein Zeichen, daß diese Leute den Wert der Düngung schon voll erkannt haben und nur an den kostenlosen Düngemitteln für den Demonstrationsversuch interessiert sind. In diesem Falle empfiehlt es sich, einen anderen weniger ausgebildeten Bauern auszuwählen.

Die Anzahl von Demonstrationen, die ein Feldberater auslegen kann, richtet sich nach seinem Ausbildungsstand und wie beschäftigt er anderweitig ist. Ist er voll im Düngemittelprogramm beschäftigt, kann er 10 - 15 Demonstrationen in einer Pflanzzeit auslegen. Wenn er noch andere Beratungsaufgaben hat, können meist nicht mehr als 3 - 5 Demonstrationen pro Pflanzzeit und Berater gerechnet werden.

3.33 Einfache Versuche (Simple Trials)

Bestehen in einem Land keine Düngungsempfehlungen für manche Kulturen, oder will man mehr Informationen für die verschiedenen Böden und Klimazonen eines Landes haben, dann kann man am schnellsten zu Ergebnissen durch die Anlage von einer großen Anzahl einfacher Versuche kommen. In der Praxis laufen in einem Düngemittelprogramm meist Demonstrationen und einfache Versuche nebeneinander her. Die einfachen Versuche (Simple Trials) haben keine Wiederholungen und meist 6 bis 16 Varianten.

Schon vor dem zweiten Weltkrieg wurden einfache, nicht wiederholte

Versuche in westlichen Ländern, besonders in Deutschland, ausgelegt, um neue Pflanzensorten in den Feldern der Landwirte zu testen. Auch zum Kalibrieren von Ergebnissen der Bodenanalyse wurden diese "Streuversuche" benutzt. Für die Entwicklungsländer wurde die Methode der einfachen Düngungsversuche in Bauernfeldern Ende der vierziger Jahre in Indien weiterentwickelt. A. B. Stewart (1947) beschreibt sie als erster in "Soil Investigations in India". Seitdem hat sich diese Art des Düngungsversuchs in vielen Ländern der Erde durchgesetzt. Im FAO Düngemittelprogramm wurden Streuversuche seit 1961 in über 40 Ländern angewandt.

Bei der Auswahl der Versuchsvarianten muß man sich auf die wichtigsten Fragen beschränken. Es ist sicher, daß man mit 6 bis 16 Varianten keine erschöpfenden Informationen erhalten kann. Wichtig ist, in kürzester Zeit brauchbare Ergebnisse für Düngungsempfehlungen an die Bauern zu erzielen. Jeder Versuch stellt eine Wiederholung desselben Experiments dar. Indem man die Versuche über ein bestimmtes Gebiet verteilt, erhält man einen guten Durchschnitt der Ertragssteigerung durch die Anwendung von Düngemitteln für die betreffende Gegend. Die Brauchbarkeit dieser Versuchsanlage wird immer wieder in der Literatur bestätigt, unter anderen von Bhakdi et al. 1963, Islam 1961, Oh 1962, Stephans 1960 und Vermaat 1963.

Aus der zehnjährigen Erfahrung des Autors im FAO Düngemittelprogramm ergeben sich folgende wichtige Punkte, die man beachten muß, wenn "Simple Trials" ausgelegt werden:

- a) Das Auslegen und Abernten der Versuche muß von kompetenten Personen überwacht werden. Wenn der Versuchsansteller selbst nicht alle Versuche überwachen kann, muß er einen oder mehrere verlässliche Leute ausbilden. Wird das nicht getan und werden die Versuche den einfachen Feldberatern in gleicher Weise wie die Demonstrationsversuche überlassen, sind die Ergebnisse meist nutzlos.

- b) "Simple Trials" haben wenig oder keinen Demonstrationswert für den einfachen Bauern, im Gegenteil, mehr als 4 - 5 Parzellen wirken nur verwirrend. Es wird immer wieder der Fehler gemacht, die Versuche zu Demonstrationszwecken zu benutzen. Viele Beispiele haben gezeigt, daß das nicht geht. Die Versuche werden ausgelegt, um Informationen zu sammeln, und schließen die spätere Anlage von Demonstrationsversuchen nicht aus.
- c) Eine Anzahl von Versuchen muß auf einem Bodentyp oder in einer Klimazone mit gleichen Böden gruppiert werden, damit man brauchbare Ergebnisse erzielt. Oft wird das nicht getan und viel Zeit und Geld nutzlos verschwendet. G.F. Hauser (1970) gibt als Minimum 12 Versuche je Gruppe an. Bei zwei möglichen Versagern gibt das 10 auswertbare Ergebnisse.
- d) Die Parzellengröße sollte nicht zu knapp bemessen werden. Meist sind die Bodenunterschiede sehr groß in Bauernfeldern. In Westafrika wurden Parzellen von 10 m x 12 m benutzt. 5 m x 10 m kann in manchen Fällen auch genügen.

Vom FAO Düngemittelprogramm wurde für viele Jahre mit Erfolg ein 9-Variantenversuch angewandt. Der Versuch enthielt N, P und K in allen möglichen Kombinationen wie folgt:

1 (0) 2 (N) 3 (P) 4 (K) 5 (NP) 6 (NK) 7 (PK) 8 (NPK) 9 ($N_2P_2K_2$)

Für jeden Versuch wird ein Satz Zahlen aus Random-Tafeln verwandt. Die Anlage erfolgt in Gruppen von 3 Parzellen in der sogenannten "Fenster-rahmen-Anlage", die eine quadratische Form des gesamten Versuchs ermöglicht.

Die Höhe der Nährstoffgaben richtet sich nach folgenden Punkten (FAO FP 3 1968):

- a) 20 kg/ha, wo der Regenfall unsicher ist und wo Landsorten leicht lagern.

- b) 40 kg/ha, wo der Regenfall ausreichend ist und Landsorten standfest sind.
- c) 60 bis 80 kg/ha, wo der Regenfall hoch ist oder bewässert wird und Zuchtsorten mit hohem Ertragspotential angebaut werden.
- d) Höhere Nährstoffgaben, z. B. bei Wurzelfrüchten, können angewendet werden, wo es notwendig erscheint.

G.F. Hauser (1970) empfiehlt eine andere Versuchsanlage, die es ermöglicht, Ertragskurven für die drei Hauptnährstoffe zu zeichnen. Die acht NPK-Varianten sind wie folgt:

000	.	.	.	101	.	.	.
.	110	.	011	111	211	.	122
.	.	.	.	121	.	.	(222)

Die N Kurve ergibt sich aus 011, 111, 211; die P Kurve aus 101, 111, 121; die K Kurve aus 110, 111, 112. Die drei Kurven haben die Variante 111 gemeinsam. Die Null-Variante wird ausgelegt, um die Wirtschaftlichkeit der Düngemittelanwendung feststellen zu können. Wird auch noch die neunte Variante 222 hinzugefügt, kann man die Kurve 000, 111, 222 zeichnen, um zusätzliche Informationen zu erhalten. Wechselwirkungen (interactions) können mit diesem Versuchsschema nicht bestimmt werden.

Diese Versuchsanlage kann in drei Blocks zerlegt werden:

000	011	111	211	(N Kurve)
000	101	111	121	(P Kurve)
000	110	111	112	(K Kurve)

Jeder dieser drei Blocks kann als ein Demonstrationsversuch verwandt werden, wenn die Parzellengröße auf mindestens 100 m² erhöht wird.

Die Hauser-Versuchsanlage ist seit 1971 obligatorisch für das FAO Düngemittelprogramm. In Indonesien und auf den Philippinen werden eine große

Anzahl dieser 8 Variantenversuche mit Reis ausgelegt.

Nun sollen noch einige Düngemittelprogramme mit negativen Ergebnissen angeführt werden.

In Uganda wurden von 1963 bis 1968 fast 5000 Versuche in Kleinbauernfeldern mit Baumwolle, Mais, Erdnüssen, Fingerhirse und Weizen von der Kawanda-Versuchsstation ausgelegt. Dabei handelte es sich um 3^2 faktorielle Versuche mit drei Düngungsstufen für Stickstoff N 0, N 25 und N 50 kg/ha und drei Düngungsstufen für Phosphat P_2O_5 0, P_2O_5 25 und P_2O_5 50 kg/ha.

Das Projekt ergab zwar verhältnismäßig gute wissenschaftliche Ergebnisse, aber der volkswirtschaftliche Effekt war gleich Null. Als der Autor 1970 nach Uganda kam, um über ein FAO Düngemittelprogramm zu verhandeln, waren die Beamten des Landwirtschaftsministeriums der Ansicht, sie hätten alles für die Propagierung von Düngemitteln in Kleinbetrieben getan. Die Zahl von 5000 ausgelegten Versuchen wurde immer wieder erwähnt. Jedoch aus Statistiken ging eindeutig hervor, daß der Düngemittelverbrauch im Lande nur langsam anstieg und daß 1970 von einem Gesamtverbrauch von 20 000 t nur 2 % in Kleinbetrieben angewandt wurden. Alles andere ging in die Kaffee-, Tee- und Zuckerplantagen.

Das war ein deutliches Beispiel, daß Streuversuche wenig Demonstrationswert bei afrikanischen Kleinbauern haben. In Uganda wurde die Demonstrationsphase des Düngemittelprogramms vollkommen vergessen.

Etwas ähnliches wird aus Swasiland von M.S. Armitage (1972) berichtet. Dort wird der folgende Versuch in Kleinbauernfeldern ausgelegt.

	N 0 ¹	N 0	N 1	N 2	N 3	N 4
P4K2						
P3K2						
P2K2						
P1K2						
P0K2 ¹						
P0K1 ¹						
P0K1						
P1K1						
P2K1						
P3K1						
P4K1 ¹						
P4K0 ¹						
P3K0						
P2K0						
P1K0						
P0K0						
P0K0 ¹						

- 4 m -

4 m

Die gesamte Versuchsfläche beträgt 16 m^2 . Die sogenannten "Microplots" enthalten jeder nur 9 Maispflanzen. Die 300 jährlich ausgelegten Versuche sind auch als Demonstrationen gedacht. Obwohl das Programm schon seit 1966 läuft, wurden von einem Gesamtverbrauch von 21 000 t nur 726 t in Kleinbetrieben angewandt. Bei einer derartig abwegigen Versuchsanlage ist nichts anderes zu erwarten

3.4 Ausbildung der Feldberater

Der Erfolg eines Düngemittelprogramms hängt weitgehend davon ab, ob es gelingt, den Beratungsdienst des betreffenden Landes für die Idee der Einführung von Düngemitteln zu gewinnen. Daher ist nach der Festlegung des Versuchsplanes, der Düngergaben usw. die wichtigste Aufgabe die Vorbereitung des Beratungsdienstes auf seine Aufgabe im Düngemittelprogramm.

Es hat sich immer wieder gezeigt, daß ein Düngemittelprogramm eng mit dem Beratungsdienst des Landes zusammenarbeiten muß. Das Düngemittelprogramm sollte immer mit der Beratungsabteilung des Landwirtschaftsministeriums integriert werden.

Wenn ein Düngemittelprogramm der Versuchsabteilung unterstellt wird, gibt es meist die größten Schwierigkeiten. Das soll natürlich nicht heißen, daß nicht mit den Versuchsstationen zusammengearbeitet werden soll. Im Gegenteil, es muß engster Kontakt mit den Versuchsstationen bestehen. Grundsätzlich ist aber ein Düngemittelprogramm ein Beratungsprojekt und sollte nicht zu wissenschaftlich theoretisch werden. Das ist die Gefahr, wenn es der Versuchsabteilung unterstellt wird.

Ferner bestehen oft nicht die freundschaftlichsten Beziehungen zwischen Versuchsabteilung und Beratungsdienst. Einer beschuldigt den anderen, nichts für die Landwirtschaft des Landes zu tun. Wenn nicht aufgepaßt wird, kann das Düngemittelprogramm zwischen die beiden Parteien geraten. Um es noch einmal zu wiederholen, es muß den maßgebenden Leuten von vornherein gesagt werden, daß das Düngemittelprogramm ein Beratungsprojekt ist.

Nachdem die Zuständigkeit auf der Ebene des Landwirtschaftsministeriums geklärt ist, wäre der nächste Schritt/ ein Seminar oder eine Konferenz der Landwirtschaftsbeamten, denen die Distrikte oder Provinzen im Lande unterstehen. Die Konferenz sollte 2 - 3 Tage dauern. Neben einigen Fachvorträgen von geeigneten Leuten muß der Sinn und Zweck des Düngemittelprogramms in Einzelheiten geklärt und diskutiert werden. Viel hängt davon ab, diese Leute von der Bedeutung des Programms zu überzeugen, denn damit wird entschieden, welche Unterstützung sie dem Programm später geben.

Die eigentliche Ausbildung der Feldberater beginnt dann etwa ein bis zwei Monate vor dem zu erwartenden Beginn der Pflanzzeit. Das gesamte Feldpersonal, das am Düngemittelprogramm beteiligt werden soll, wird auf Provinz- oder Distriktebene zusammengezogen und intensiv für drei bis

vier Tage geschult.

Ein Distriktkurs sollte folgende Punkte enthalten:

- a) Theoretische Fragen der Düngemittelanwendung und Pflanzenernährung, Herstellung von Düngemitteln, Mangelercheinungen bei Pflanzen, Nährstoffaufnahme.
- b) Praktische Düngemittellehre, Identifizierung von Düngemitteln an Hand von Proben, Misch, richtiges Lagern. Arbeiten und richtige Handhabung von Düngemitteln.
- c) Anwendung von Düngemitteln im Feld, Düngemittlempfehlungen, richtiges Pflanzen, Zeitpunkt der Anwendung.
- d) Auswahl des Bauern, in dessen Feld der Versuch ausgelegt wird.
- e) Praktisches Anlegen von Demonstrationsversuchen für die verschiedenen Pflanzenarten. Auswahl des Feldes, Abmessen der Parzellen, Bestimmung des rechten Winkels, Ausbringung von Saat und Düngemitteln.
- f) Organisation von Feldtagen.
- g) Abernten des Versuches und Versuchsbericht.

Am Ende des Kurses werden dann die Versuchsanleitungen für die Feldberater verteilt und mit ihnen diskutiert, damit die Anleitung auch verstanden wird. Den Abschluß bildet dann die Zuteilung der auszulegenden Versuche für jeden Berater. Spätestens nach Abschluß des Distriktkurses muß auch die Ausrüstung für die Berater verteilt werden, soweit sie nicht im Feld schon vorhanden ist. Jeder Feldberater muß ein Bandmaß von 50 m haben, eine einfache Waage, Schnur zum Abgrenzen der Parzellen und ein Buschmesser zum Abhacken von Markierungsstöcken.

Diese Distriktkurse werden jährlich vor der Pflanzzeit wiederholt. In den Wiederholungskursen wird neben der Fortsetzung der praktischen und

theoretischen Ausbildung der Berater das Programm des vorhergehenden Jahres kritisch diskutiert. Bei dieser Bewertung des Programms werden die Fehler, aber auch die guten Seiten der Arbeit der Feldberater herausgestellt. Gleichzeitig wird der vorläufige Versuchsbericht für den Distrikt zur Diskussion gestellt, und es wird beschlossen, wie die Ergebnisse der Demonstrationsversuche für die Beratung der Bauern verwendet werden können.

Während der Vegetationsperiode sollte der Leiter des Düngemittelprogramms, sein "Counterpart" und andere interessierte Beamte des Landwirtschaftsministeriums so viele der Versuche im Feld als möglich besuchen und an Feldtagen teilnehmen. Dadurch wird es möglich, eventuelle Fehler oder nachlässige Arbeit direkt im Feld festzustellen und die entsprechenden Maßnahmen zu ergreifen.

Es hat sich immer wieder gezeigt, daß ein gut organisiertes Düngemittelprogramm den gesamten Beratungsdienst eines Landes neu beleben und seiner Arbeit Sinn und Zweck geben kann, was sich auch auf andere Gebiete der Landwirtschaft auswirkt.

3.5 Abfassung von einfachen Versuchsanleitungen für Feldberater

Wie schon im vorhergehenden Paragraph erwähnt, sind einfache, gut verständliche Versuchsanleitungen für die Feldberater äußerst wichtig für das Gelingen des Programms. Ein Berater mag noch so viel im Distriktkurs gelernt haben, wenn er dann im Feld steht, kann er sich dann doch oft nicht an jede Einzelheit erinnern. Deswegen hat es sich gut bewährt, den Feldberatern drei Anweisungen auszuhändigen:

- a) Das Instruktionsbuch (Instruction book)
- b) Die Pflanzanweisung (Crop sheet)
- c) Das Berichtsformular (Recording Sheet)

Das Instruktionsbuch wird nur einmal zu Beginn des Programms während der Distriktkurse ausgehändigt. Nur Leute, die ihr Instruktionsbuch verloren

haben oder neu zum Programm kommen, erhalten es auch später noch. Das Buch hat folgenden Inhalt:

- Auswahl des Bauern
- Auswahl des Versuchsfeldes
- Richtiges Ausmessen des Versuches
- Das Nehmen von Bodenproben
- Ausbringen des Düngers
- Ertragsfeststellung zur Erntezeit

Die Pflanzanweisung gibt kurze und präzise Hinweise, welche Arbeiten im Versuch ausgeführt werden sollen. Diese Anweisungen werden jedes Jahr in den Distriktkursen neu verteilt. Dadurch können, wenn nötig, Änderungen vorgenommen werden, und es wird sichergestellt, daß jeder Feldberater auch seine Anweisung hat, wenn er ins Feld geht. Tabelle 9 gibt ein Beispiel für eine Pflanzanweisung.

Die Berichtsformulare werden auch jährlich zusammen mit den Pflanzanweisungen an die Feldberater ausgehändigt. Jedes Berichtsformular hat eine Seriennummer und ist in dreifacher Ausfertigung. Nach dem Abschluß des Berichtes geht eine Kopie an das Landwirtschaftsministerium, eine an den Distriktbeamten und eine behält der Berater. Tabelle 10 zeigt ein Exemplar eines Berichtsformulars. Es enthält die Abschnitte Boden, Vorfrucht, Versuchsdaten, Versuchsplan, Pflanzenbestand, Schädlingsbekämpfung, Feldtage, Erntebericht und Niederschläge. All diese Punkte sind wichtig, wenn man den Erfolg oder Mißerfolg eines Demonstrationsversuches beurteilen will.

Tabelle 9 Beispiel für eine Pflanzanweisung
FAO Düngemittelprogramm 1972
Anweisung für Cassava

Alle Versuche werden wie folgt ausgelegt:

Gebiet	Sorte	Reihenabstand
Küstenprovinz	Für menschlichen Verzehr 46106/27 Für Tierfutter 5543/156	120 cm x 90 cm

Düngemittelgaben

Parzelle 1	Kein Dünger
Parzelle 2	150 kg/ha Superphosphat 40 % 300 kg/ha Ammoniumsulphat
Parzelle 3	150 kg/ha Superphosphat 40 % 300 kg/ha Ammoniumsulphat 100 kg/ha Kali 60 %
<u>Düngung pro Parzelle (1/20 Hektar)</u>	
Parzelle 1	Kein Dünger
Parzelle 2	7,5 kg Superphosphat 15,0 kg Ammoniumsulphat
Parzelle 3	7,5 kg Superphosphat 15,0 kg Ammoniumsulphat 5,0 kg Kali

Zu beachten: a) Dünger wird unter den Steckling ins Pflanzloch gegeben

b) Stecklinge müssen 30 - 40 cm lang sein, aus reifem Holz,

Fortsetzung Tabelle 9

und 4 - 5 Knospen haben.

- c) Stecklinge im Winkel von 45° pflanzen, 2 - 3 Knospen mit Erde bedecken.

Abmessungen des Versuchs sind auf der Rückseite des Blattes.

Tabelle 10 Beispiel für ein Berichtsformular
Berichtsformular Baumwollversuche

Jahr Versuchsnummer
Provinz Name des Farmers
Distrikt
Division
Dorf
Name des Beraters

<u>Boden</u>	<u>Farbe</u>	<u>Textur</u>	
	Rot	Lehm	Sandiger Lehm
	Braun	Sand	Ton/Lehm
	Schwarz	Ton	

Richtigen Typ ankreuzen

Vorfrüchte im Versuchsfeld

Jahr	Vorfrucht	Brache	Düngemittel- oder Stall- mistgaben	Durchschnitt- licher Ertrag
				kg/ha
				kg/ha

Fortsetzung Tabelle 10

Versuchsdaten

1. Düngergabe: Typ Datum
Wie ausgebracht
2. Düngergabe: Typ Datum
Wie ausgebracht
Kontrolliert von

Daten der Bodenbearbeitung vor der Pflanzung

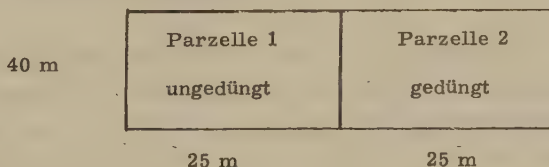
1. Bearbeitung Welches Gerät wurde gebraucht
2. Bearbeitung Welches Gerät wurde gebraucht
1. Eggen
2. Eggen

Datum der Aussaat

1. Hacken
2. Hacken
Bemerkungen

Versuchsplan

Zeichne feste Punkte (Häuser, Bäume, Straßen) ein, und gib Entfernung zu den Eckpunkten des Versuchs an.



Fortsetzung Tabelle 10

Pflanzenbestand

Datum der Auszählung:

Anzahl der Pflanzen in der mittleren Reihe:

Ungedüngte Parzelle, Länge der Reihe m

Gedüngte Parzelle, Länge der Reihe m

Schädlingsbekämpfung

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Datum										
Schädlinge festgestellt										
Welches Mittel wurde verwendet										
Art der Sprühpumpe										

Feldtage

Datum	Anzahl der anwesenden Berater	Bauern	Bemerkungen und Kommentare der Bauern

Erntebericht

Es ist unbedingt notwendig, daß der Ertrag des Versuchs genau festgestellt wird, sonst ist die ganze Demonstration zwecklos.

Fortsetzung Tabelle 10

Datum	1. Pflücken	2. Pflücken	3. Pflücken	4. Pflücken	Gesamt
Ertrag kg ungedüngt					
gedüngt					

Es muß das Gesamtgewicht für jeden Pflücktag getrennt für die zwei Parzellen in die jeweilige Spalte eingetragen werden.

Niederschlag in mm

Januar	Juli
Februar	August
März	September
April	Oktober
Mai	November
Juni	Dezember

Wo stand der nächste Regenmesser?

3.6 Verteilung von Saatgut, Düngemitteln und Insektiziden

In einem gut geleiteten Düngemittelprogramm müssen Fehlerquellen von vornherein ausgeschaltet werden, und dem Feldberater muß seine Aufgabe so weit als möglich erleichtert werden.

Eine Fehlerquelle liegt oft im unkorrekten Abwiegen der Düngemittel für die Versuche. In manchen Projekten wird das den Feldberatern überlassen. Es werden einfach volle Düngersäcke auf die Distrikte verteilt. Ganz davon abgesehen, daß ein großer Prozentsatz des Düngers dann gleich auf die eigenen Felder der Berater geht oder einem guten Freund für wenig Geld verkauft wird, werden oft die größten Fehler beim Abwiegen gemacht.

Es hat sich daher als ratsam erwiesen, die Düngemittel zentral abzuwiegen und zu verpacken. Wichtig ist dabei, die Säcke mit einem Anhänger zu versehen, der sie als Regierungseigentum deklariert. Das hilft meistens sehr gut, Mißbrauch zu verhüten. Noch einen Vorteil hat das zentrale Abpacken, man kann genaue Mischungen anfertigen und so viel Arbeit sparen. Kurz vor der Pflanzzeit kommen dann die Lastwagen der Distrikte, um ihren Anteil abzuholen. Innerhalb des Distrikts erfolgt die Verteilung dann per Landrover, Fahrrad oder Träger.

Soll mit dem Düngemittel auch noch neues Saatgut eingeführt werden, dann ist es meist am besten, wenn das der Bauer selbst kaufen muß. Wenn ihm alles zur Verfügung gestellt wird, gewinnt er oft den Eindruck, daß der Demonstrationsversuch eine reine Regierungsangelegenheit ist. Das Saatgut ist immer viel billiger als der Dünger, daher kann der Kauf den Bauern zugemutet werden. Schwierigkeiten gibt es nur manchmal bei Kartoffeln, deren Saatgut verhältnismäßig teuer ist. Aber auch da finden sich Bauern, die bereit sind, die Saatkartoffeln zu kaufen.

Insektizide z. B. für Borer im Mais sind recht billig, und wenn sie nicht vom Projekt zur Verfügung gestellt werden, kann sie der Bauer kaufen. Etwas anders sieht es aus in den Baumwollversuchen. Da sind die Spritzmittel verhältnismäßig teuer. Um eine korrekte Anwendung zu garantieren, ist es besser, die Spritzmittel für Baumwolle zur Verfügung zu stellen.

Alle anderen Aufwendungen müssen den Bauern überlassen werden, denn es ist sein Feld, er bekommt den Ertrag zur Erntezeit, und er soll nicht das Gefühl haben, was in dem Demonstrationsversuch gemacht wird, kann er selbst nicht ausführen.

3.7 Auswahl der Bauern

Viel hängt von der richtigen Auswahl der Bauern ab, in deren Feldern die Versuche ausgeführt werden. Zu Beginn eines Programms wird man immer erst die besten Bauern auswählen und solche Leute, die etwas in der Gemein-

schaft gelten, wie Dorfälteste, Führer von religiösen Gemeinschaften oder Regierungsbeamte, die Felder haben. Später nach einigen Jahren, wenn die besten Bauern schon Dünger anwenden, kann man dann auch in den Feldern der letzten Nachzügler noch etwas tun. Der Bauer muß generell an seinem Betrieb interessiert sein und auch ohne Dünger schon relativ gute Erträge erzielen. Er muß gewillt sein, an Feldtagen seinen Nachbarn Zutritt zum Versuch zu gewähren. Wenn möglich, sollte er auch selbst in der Lage sein, an Feldtagen etwas über den Versuch zu sagen, denn oft vertrauen die Nachbarn dem Bauern mehr als dem Feldberater. Die Aufgaben des Beraters und des Bauern müssen von vornherein klar verstanden werden. Folgende Aufstellung gibt darüber Aufschluß:

Der Berater:

Stellt den Dünger zur Verfügung.

Mißt den Versuch aus.

Nimmt Bodenproben.

Zeigt den Bauern die Anwendung des Düngers.

Beaufsichtigt die Unkrautbeseitigung (wenn nötig).

Macht Ertragsmessungen zur Erntezeit.

Erklärt dem Bauern Ertragsunterschiede.

Der Bauer:

Bereitet das Land vor.

Kauft Saatgut, wenn nötig.

Macht die Aussaat.

Bringt mit Hilfe des Beraters den Dünger aus.

Jätet Unkraut und hackt, wenn nötig.

Hilft während der Ernte beim Dreschen und Wiegen.

Erhält den vollen Ertrag des Versuchsfeldes.

Wie schon erwähnt, tendieren die Bauern dazu, den Versuch als eine Sache der Regierung oder des Beraters anzusehen. Manche verlangen sogar Kompensation für das Land oder Arbeitslohn für die Feldbearbeitung. Solche Fälle müssen von vornherein ausgeschlossen werden. Der Berater selbst darf auch nicht den Eindruck erwecken, er wolle im Versuchsfeld alles selbst machen. Das wäre ein großer Fehler. Manchmal versuchen die Berater auch, dem Bauern einen Teil des Ertrages unter allen möglichen Vorwänden abzunehmen und für sich selbst zu verbrauchen. Das sind alles

Ursachen für den Mißerfolg eines Programmes, die erkannt und beseitigt werden müssen.

3.8 Auswahl der Versuchsfelder

Das Versuchsfeld muß ein gewöhnliches Feld im Rahmen eines landwirtschaftlichen Betriebes sein, das auch ohne Versuch mit derselben Fruchtart angebaut worden wäre. Das Feld muß möglichst eben sein, einheitlich in seiner Struktur, ohne Staunässe und Erosionsgefahr. Termitenhügel, alte Dunghaufen, Stellen, an denen Unkraut verbrannt wurde und ähnliches müssen vermieden werden. Die Vorfrucht muß gleich sein für die ganze Versuchsfläche. Der Boden des Feldes muß einheitlich in Farbe und Tiefe sein. Wenn nötig, kann man durch Aufgraben einiger flacher Gruben das Profil des Bodens feststellen. Der Bodentyp muß repräsentativ für die Gegend sein.

3.9 Lage des Versuchs in der Gemarkung

Der Versuch soll leicht zugänglich sein und sichtbar von einem Weg oder der Straße. Zwischen Straße und Versuch sollen mindestens 5 m liegen. Die nächste menschliche Behausung muß mindestens 100 m entfernt sein. Einige der Versuche sollten in der Nähe eines Marktes, einer Schule oder Kirche liegen, wo viele Leute vorbeikommen. Ein Wegweiser soll auf den Versuch hinweisen.

Bestehen mehrere Bodentypen in einer Gemarkung oder in einem Gebiet, empfiehlt es sich, mehrere Versuche auf einem Bodentyp zu gruppieren. Mindestens drei Demonstrationsversuche sollten auf einem Bodentyp ausgelegt werden. Diese sollten zu Fuß in kurzer Zeit erreichbar sein. Drei gute Demonstrationsversuche überzeugen besser als einer. Auch wenn ein Feldtag organisiert wird, ist es besser, wenn mehrere Versuchsfelder gezeigt werden können.

3.10 Größe der Versuchsfläche

Die optimale Größe der Versuchsfläche für Demonstrationsversuche ist der Gegenstand langer Diskussionen gewesen und ist auch heute noch umstritten. Jedesmal, wenn ein neues Düngemittelprogramm in einem Land begonnen wird, fängt die Diskussion von neuem an. Meist wollen die Regierungen möglichst große Flächen, um viel freien Dünger zu bekommen.

Generell kann gesagt werden, zu kleine Parzellen haben wenig Demonstrationseffekt. Wenn die Parzellen zu groß sind, ist es schwierig, eine einheitliche Bodenfläche zu finden. Zu große Versuchsflächen in stark variierenden Böden können zu vollkommen falschen Schlüssen führen. Der Autor ist der Meinung, daß für Demonstrationsversuche 200 m^2 Parzellengröße das Minimum ist und die Maximalgröße 1000 m^2 nicht überschreiten sollte. Das wird auch von H. Braun (1972) und FAO (FP 3 1968) bestätigt.

Je kleiner und unregelmäßiger die Felder der Bauern sind, wie z. B. in der Regenwaldzone unter Waldbrandwirtschaft (shifting cultivation), um so kleiner müssen die Versuchsflächen sein. In Nigeria wurde eine Fläche von $10 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ pro Parzelle in Demonstrationsversuchen verwandt. Die ganze Drei-Parzellen-Demonstration war $20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$. Das war ungefähr die optimale Größe für diese Gebiete. Größere gleichmäßige Bodenflächen konnten im abgebrannten Regenwald nicht gefunden werden.

Die gleichen Versuchsflächen wurden auch unter ähnlichen Verhältnissen in Sierra Leone angewendet.

In Ostafrika liegen die Verhältnisse wieder ganz anders. Es gibt keine Waldbrandwirtschaft, die Bodennutzung ist stationär und die vorhandenen Bodenflächen einheitlicher. Daher konnten die Versuchsflächen größer gewählt werden. Optimal ist hier etwa $10 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ pro Parzelle, entsprechend $30 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ pro Block. Diese Größe wird für Kartoffeln, Cassava und für andere Fruchtarten in bergigen Gegenden vorgeschrieben.

Für Mais auf ebenem Land wurde eine Fläche von $10 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ pro Parzelle

festgelegt. Der ganze Block ist 30 m x 100 m groß. Diese Anordnung ist nicht ideal, hat jedoch den Vorteil, daß der Versuch, wenn man am Kopfe steht, während der Feldtage leicht übersichtlich ist. In allen FAO Programmen werden aus diesem Grund die Versuche nicht breiter als 30 m gemacht. 30 m können mit einem Blick vom Betrachter erfaßt werden. Überschreitet die Breite 30 m, muß jede Parzelle für sich betrachtet werden, was den Gesamteffekt des Versuches mindert.

In einigen anderen Ländern wurden Parzellen von 1/2 Hektar Größe und mehr empfohlen und auch manchmal angelegt. Wenn das der Fall ist, geht natürlich der Demonstrationseffekt verloren, und man sollte das besser ein Produktionsprojekt nennen.

Demonstrationsversuche mit Baumkulturen sind meist schwieriger in der Durchführung. Schon von der Größe der Parzelle und Anzahl der Bäume her gibt es die verschiedensten Ansichten. Der Autor hat Demonstrationsversuche zu Bananen, Kaffee und Kokospalmen in verschiedenen Ländern ausgelegt. In Kleinbauernplantagen ist es immer schwierig, eine genügende Anzahl gleicher Bäume zu finden. Man muß sich daher fast immer auf das Minimum an Bäumen pro Versuch beschränken. Dazu kommt noch, daß immer mindestens eine ungedüngte Reihe zwischen den gedüngten Parzellen liegen muß.

G. F. Hauser (1970) empfiehlt generell für Obst, Oliven und ähnliche Kulturen sechs Bäume pro Parzelle mit einer ungedüngten Reihe dazwischen. Um sicher zu gehen, daß die Bäume wenigstens einigermaßen gleich sind, empfiehlt er, den Stammumfang in etwa 1/2 m Höhe zu messen und möglichst Bäume gleichen Umfangs für den Versuch zu verwenden.

Für Kokospalmen und Ölpalmen ist die Mindestzahl, die von NIFOR (Nigerian Institute for Oil Palm Research) empfohlen wird, 12 Palmen pro Parzelle. Y. Frémond (1966) vom I. R. H. O. (Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux) empfiehlt in großen Plantagen mit einheitlichem Bestand 30 Palmen pro Parzelle für Demonstrationsversuche.

Von 40 Bäumen pro Parzelle wurden 20 für die Ertragsfeststellung herangezogen. Die Versuche wurden alle in kleinen Plantagen durchgeführt, die afrikanischen Bauern gehören.

Für Bananen in Sierra Leone wurde ein ähnlicher Versuchsplan aufgestellt wie für Kokospalmen in Kenia. Jede Parzelle enthielt 12 Bananenstauden mit einer ungedüngten Reihe dazwischen. Da man Bananen meist direkt für einen Versuch anpflanzen kann, ist es einfacher, gleichförmige Pflanzen zu bekommen.

Manchmal wird auch Gemüse in ein Demonstrationsprogramm eingeschlossen. Dann kann man natürlich nicht die großen Parzellen wie für andere einjährige Kulturen verwenden. Die Gärten der Kleinbauern sind oft sehr klein. In Kenia hat der Autor eine Parzellengröße von 4 m x 5 m für Gemüse, wie Tomaten, Weißkraut, Blumenkohl und Bohnen mit bestem Erfolg angewandt. Auch hier wurden zwei oder drei Parzellen pro Demonstration ausgelegt.

3.11 Organisation von Feldtagen

Ein Demonstrationsversuch ist nicht nur für den Eigentümer des Feldes bestimmt. Er soll gleichzeitig für die Nachbarn des Bauern als Beispiel dienen. Wenn ein Versuch am richtigen Ort angelegt ist, an einer belebten Straße, in der Nähe eines Marktes oder einer Kirche, dann werden viele Leute den Versuch im Vorbeigehen sehen. Das allein genügt nicht. Meist können sich die Leute kein klares Bild machen, was eigentlich in Einzelheiten auf dem Versuchsfeld getan wird. Es ist daher unbedingt nötig, um den vollen Demonstrationseffekt zu erzielen, daß Feldtage organisiert werden.

Im FAO Düngemittelprogramm müssen drei Feldtage pro Versuch abgehalten werden: Einer zur Pflanzzeit, der nächste, wenn die Unterschiede während der Vegetationsperiode am besten zu sehen sind, und der dritte zur Erntezeit. An jedem der Feldtage wird etwas anderes gezeigt und auch getan. Zur Pflanzzeit wird den Bauern gezeigt, wie der Dünger plaziert wird, der

richtige Reihenabstand eingehalten wird, und gleichzeitig wird über die beste Saatzeit und Bodenbearbeitung diskutiert. Während des zweiten Feldtages werden die Unterschiede der Parzellen herausgestellt und die Düngemittel in kleinen Proben gezeigt, die diese Wirkung hervorgebracht haben. Wenn Schädlingsbekämpfung notwendig ist, wird diese auch in den Feldtag einbezogen. Während des dritten Feldtages zur Erntezeit wird der Versuch abgeerntet. Die Proben für die Ertragsbestimmung werden gewogen und dann das ganze Erntegut vor jeder Parzelle entweder in Säcken oder in Haufen aufgeschichtet, damit sich jeder vom Unterschied überzeugen kann.

FAO (FP 22 1971) empfiehlt den folgenden Ablauf eines Feldtages:

- a) Vorbereitung: Der Feldberater sucht Demonstrationsversuche aus, die gute Unterschiede zeigen. Der Feldtag wird mit dem Eigentümer abgesprochen. Wenn es sich um den zweiten oder dritten Feldtag handelt, können mehrere Versuche ausgesucht werden, zur Saatzeit nur einer.
- b) Einladungen werden an 20 - 30 Leute ausgeschickt. Es ist wichtig, Tag, Ort und Zeit genau festzulegen.
- c) Die nötigen Geräte und Materialien werden beschafft, z. B. Bandmaß, Waage, Düngerproben, Pfähle und Schnur.
- d) Der Feldberater bereitet den Bauern für die Aufgaben vor, die er während des Feldtages übernehmen soll.
- e) Der Ablauf des Feldtages selbst ist wie folgt:
Der Feldberater erklärt, warum der Demonstrationsversuch ausgelegt wurde. Der Bauer sagt, wie er die einzelnen Arbeitsgänge ausgeführt hat. Der Feldberater zeigt und erklärt Düngemittelproben und Schädlingsbekämpfungsmittel.
Dann gehen die Bauern den Versuch ab. Die Unterschiede werden visuell aufgenommen.
Bauern, Eigentümer und Berater diskutieren, was sie gesehen haben.

Der Feldberater rechnet in einfacher Weise vor, was Düngemittel, Saatgut und Schädlingsbekämpfungsmittel gekostet haben. Dem wird der Wert des Mehrertrags gegenübergestellt.

Zum Abschluß des Feldtages können einige Erfrischungen gereicht werden.

- f) Der Feldberater macht am nächsten Tag einen kurzen Bericht über den Feldtag.

Wie schon erwähnt, die Feldtage sind ein sehr wichtiger Bestandteil des Düngemittelprogramms. Sie müssen unbedingt zweckmäßig und mit gutem Erfolg von den Feldberatern durchgeführt werden.

3.12 Abernten der Versuche

Es wäre unzweckmäßig, die ganzen Parzellen der Demonstrationsversuche abzuernten und zu wiegen. Da die Versuchsfläche so groß ist und das Feldpersonal meist nicht so hoch qualifiziert ist, würden sich beim Wiegen zu viele Fehler einschleichen, und der Arbeitsaufwand wäre zu hoch. Es wird daher empfohlen, nur Proben von den einzelnen Parzellen zu nehmen. Oft ist auch der Standpunkt vertreten worden, keine Ertragsfeststellung zu machen und bei dem ganzen Versuch nur den Demonstrationseffekt als Ergebnis zu bewerten. Das ist oft bei den "Look-see Demonstrations" der Fall gewesen. Bei diesen wurde meist keine Ertragsfeststellung gemacht. Bei Mehrparzellen-Demonstrationsversuchen würde jedoch ein sehr wichtiger Teil des Demonstrationswertes verschenkt, wenn keine Ertragsfeststellung gemacht würde.

G. F. Hauser (1971) in "A Standard Guide to Soil Fertility Investigations on Farmers' Fields" sowohl als auch FAO in FP 3 (revised 1968) und FP 22 (1971) erwähnen die Methoden der Ertragsfeststellung von Versuchen in Bauernfeldern. G. F. Hauser empfiehlt das Abernten von 10 m^2 in einfachen Versuchen bei einjährigen Kulturen. Es wird ein Viereck von 10 m^2 Fläche aus vier Pfählen und Schnur angefertigt und dieses in der Parzelle

immer nach demselben System aufgestellt und der Inhalt abgeerntet. FAO (FP 22 1971) schreibt die folgenden Methoden vor:

- a) Kulturen, die in Reihen gepflanzt werden, wie Mais, Erdnüsse, Baumwolle, Yams, Kartoffeln: Es werden 30 m von der mittleren Reihe der Parzelle abgeerntet und gewogen. Der Reihenabstand muß im Erntebericht erwähnt werden.
- b) Kulturen, die nicht in Reihen gepflanzt werden, wie Reis, Weizen, Hülsenfrüchte, Futterpflanzen: Ein Holzrahmen von 2 m^2 Inhalt wird fünfmal in regelmäßigen Abständen entlang der Diagonale der Parzelle fallen lassen und der Inhalt (10 m^2) abgeerntet.
- c) Wenn Mais, Cassava oder Yams nicht in Reihen gepflanzt wird:
Es werden 20 m^2 abgeerntet, indem das Viereck aus Pfählen und Schnur zweimal in regelmäßigem Abstand in der Parzelle aufgebaut wird.

G.F. Hauser (1971) schreibt für Baumkulturen die folgende Methode vor: Jeder Baum wird einzeln gepflückt und das Gewicht für jeden Baum getrennt festgestellt. Bei Kokosnüssen wird auch die Zahl der Nüsse berichtet und bei Bananen die Anzahl der Hände pro Staude.

3.13 Die Versuchsberichte und ihre Auswertung für die Beratung

3.131 Ertragssteigerungen

Im Paragraph 3.5 wurde ein Beispiel für ein Berichtsformular angeführt. Der Feldberater füllt diese Formulare in dreifacher Ausfertigung aus und schickt jeweils eine Kopie an den Distriktbeamten und eine an das Landwirtschaftsministerium in der Hauptstadt. Der FAO Experte fertigt dann mit Hilfe des "Counterparts" einen vorläufigen Bericht an, der für die Beratung der Bauern verwandt wird. Die Ergebnisse als solche werden an das FAO Hauptquartier in Rom weitergereicht, wo für alle Länder eine endgültige Auswertung vorgenommen wird.

Wie schon erwähnt, wird während der Feldtage eine erste visuelle und auch rechnerische Bewertung der Versuche vorgenommen. Das wird vom Feldberater gemeinsam mit den Bauern gemacht. Die Erträge der verschiedenen Parzellen werden verglichen und die Kosten der Düngemittel dem Wert des Mehrertrages gegenübergestellt. In diesem Stadium der Auswertung ist die Ertragssteigerung der wichtigste Faktor. Damit werden die Bauern überzeugt. Je größer die Anzahl der geernteten Säcke vor einer Parzelle ist, um so besser muß die angewendete Düngung sein.

Daß das nicht immer der Fall sein muß, sollte auch schon in diesem Stadium wenigstens der Feldberater wissen. Wo die Kenntnisse der Feldberater sehr gering sind, kann man auch vollkommen auf die wirtschaftliche Auswertung im Feld verzichten. Dann können die Feldberater nur auf die Ertragssteigerungen hinweisen. Nach mehrjähriger Teilnahme an einem Düngemittelprogramm sind aber fast alle Feldberater in der Lage, kleine Wirtschaftlichkeitsberechnungen im Feld vorzunehmen und sie den Bauern in einfachster Weise vorzutragen.

3.132 Wirtschaftlichkeit der angewandten Methoden zur Ertragssteigerung

Wenn der vorläufige Bericht im Landwirtschaftsministerium angefertigt wird, rückt die Wirtschaftlichkeit der angewandten Düngung und Anbaumethoden mehr in den Vordergrund. Jetzt kann man zum ersten Mal sehen, wie sich die Empfehlungen der Versuchsstationen in Bauernfeldern auswirken. Hat man selbst einfache Versuche ausgelegt, wird man die ersten Resultate der Düngeranwendung im Land bekommen. Das Wissen der Bauern und Feldberater um die Möglichkeiten der Ertragssteigerung durch Düngemittel ist natürlich die erste Voraussetzung für deren Einführung in die Landwirtschaft eines Landes. Jedoch hängt die Frage, ob Düngemittel für eine bestimmte Pflanzenart angewandt werden sollen, von der Wirtschaftlichkeit dieses Vorhabens ab.

Zusätzlich zur Ertragssteigerung müssen einige andere Faktoren beachtet werden, wenn Düngemittel erfolgreich eingeführt werden sollen. Diese sind

u. a. wie folgt:

- a) Das Preisverhältnis zwischen Düngemitteln und landwirtschaftlichen Produkten sowie die Absatzmöglichkeiten für diese bestimmt die Wirtschaftlichkeit und den Anreiz, Düngemittel zu verwenden.
- b) Die Höhe des Einkommens der Bauern oder die Möglichkeit, Kredite zu erhalten, entscheiden, ob der Bauer auch die Düngemittel kaufen kann.
- c) Die Eigentumsverhältnisse am Land können, wenn sie ungünstig sind, den Anreiz, Dünger anzuwenden, stark vermindern.
- d) Die Versorgung mit Düngemitteln am richtigen Ort zur richtigen Zeit ist äußerst wichtig.
- e) Die Besiedlungsdichte ist oft ein ausschlaggebender Faktor. Je mehr Menschen auf engem Raum leben, um so intensiver wird die Landwirtschaft und um so mehr Düngemittel werden verbraucht.

Alle diese Faktoren variieren natürlich stark von Land zu Land, und sie können fast alle durch geeignete Maßnahmen von der Regierung beeinflusst werden. Die Berichte eines Düngemittelprogramms können die Grundlage für die Einleitung von Regierungsmaßnahmen bilden.

Die meisten Demonstrationsversuche und einige Arten der einfachen Versuche (Streuversuche) eignen sich nicht für das Zeichnen von Ertragskurven. Trotzdem kann man durch einen einfachen Rechengang und durch die Bestimmung des Nettoerlöses sowie des Ertrags-Aufwand-Verhältnisses die rentabelste Düngergabe feststellen. J. W. Couston (1972) bringt das folgende Beispiel:

Tabelle 11 Feststellung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Düngergaben

Düngergabe kg/ha			Ertragssteigerung	Bruttoerlös	Düngungskosten
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg/ha	%	\$ /ha
					\$ /ha
ungedüngt			3000	-	-
40 - 0 - 0			890	29	122.82
40 - 40 - 0			1090	36	150.42
40 - 40 - 40			1455	49	200.79
80 - 80 - 80			910	30	125.58

			Nettoerlös	Ertrags-Aufwand-	
			\$ /ha	Verhältnis	
ungedüngt			414	-	
40 - 0 - 0			106	7.3	
40 - 40 - 0			120	5.0	
40 - 40 - 40			154	4.3	
80 - 80 - 80			31	1.3	

Von den vier Düngungsvarianten gab 40 - 40 - 40 die größte Ertragssteigerung und den höchsten Nettoerlös mit einem guten Ertrags-Aufwand-Verhältnis. 80 - 80 - 80 ergab eine geringere Ertragssteigerung, und die Wirtschaftlichkeit war nur marginal. Das beste Ertrags-Aufwand-Verhältnis ergab nur Stickstoff. Der Nettoerlös war geringfügig kleiner als von der Variante 40 - 40 - 0. Wenn man annehmen kann, daß diese Ergebnisse repräsentativ für ein Gebiet sind, dann könnte man 40 - 40 - 40 für die besser gestellten Bauern empfehlen und nur Stickstoff für die Bauern, die wenig Kapital zur Verfügung haben.

Es ist schwer zu sagen, von welchem Ertrags-Aufwand-Verhältnis an die Bauern Interesse an der Düngieranwendung finden. Im FAO-Düngemittel-

programm wird eine Düngungsempfehlung nur dann gemacht, wenn das Verhältnis größer als 2 ist, d. h. die Kosten der Düngung plus 100 Prozent.

Der Nettoerlös muß natürlich auch in Betracht gezogen werden, weil niedrige Düngergaben manchmal ein gutes Ertrags-Aufwand-Verhältnis zeigen können. Der Nettoerlös ist dann oft so gering, daß er nicht attraktiv genug für die Bauern ist. In der Praxis wenden die Bauern immer weniger Dünger an, als empfohlen wird. Mit einem Ertrags-Aufwand-Verhältnis von 2 oder mehr ist es jedoch selten, daß ein Bauer in normalen Jahren Geld durch die Anwendung von Düngemitteln verliert.

Können wie bei der von G. F. Hauser (1970) empfohlenen Versuchsanlage Ertragskurven für die drei Hauptnährstoffe gezeichnet werden, dann ist es einfach, nach den bekannten Formeln die rentabelsten Düngergaben festzustellen.

3.133 Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse

Wenn der vorläufige Bericht für das Landwirtschaftsministerium erstellt wird, muß man sich Gedanken machen, wie die Ergebnisse am besten dargestellt und präsentiert werden. Einfach ist es in den Ländern, wo genaue Bodenkarten vorliegen. Dort werden die Ergebnisse nach Bodentypen zusammengefaßt. Wo Bodenkarten nicht vorhanden sind, kann man Ergebnisse nach der Bodenfarbe gruppieren, was mit gutem Erfolg in einem Baumwollprojekt in Ostafrika angewandt wurde. Andernfalls muß man sich mit der administrativen Einheit, meist dem Distrikt oder der Provinz, begnügen. Es hat keinen Zweck, durchschnittliche Ertragssteigerungen für ein ganzes Land auszurechnen, wie das leider immer noch oft geschieht.

In allen Ländern, in denen der Autor tätig war, wurden die Ergebnisse folgendermaßen zusammengefaßt:

Tabelle 12 Darstellung von Ergebnissen der Demonstrationsversuche
im Embu Distrikt, Kenia

Hybridmais (Ø von 35 Versuchen)

Düngung kg/ha			
N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	0 - 0 - 0	0 - 40 - 0	40 - 40 - 0
Durchschnittsertrag kg/ha	3495	3948	4818
Ertragssteigerung kg/ha	-	453	1323
Wert der Ertragssteigerung, Ksh		176/-	515/-
Kosten der Düngemittel, Ksh		70/-	150/-
Nettoerlös, Ksh		106/-	365/-
Ertrags-Aufwand-Verhältnis		2.5	3.4

Katumani-Mais (Synthetik) (Ø von 22 Versuchen)

Düngung kg/ha			
N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	0 - 0 - 0	0 - 40 - 0	40 - 40 - 0
Durchschnittsertrag kg/ha	1955	2581	3148
Ertragssteigerung kg/ha	-	626	1193
Wert der Ertragssteigerung, Ksh		244/-	464/-
Kosten der Düngemittel, Ksh		70/-	150/-
Nettoerlös, Ksh		174/-	314/-
Ertrags-Aufwand-Verhältnis		3.5	3.1

Bohnen Mexico 142 (Ø von 8 Versuchen)

Düngung kg/ha			
N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	0 - 0 - 0	0 - 40 - 0	0 - 40 - 40
Durchschnittsertrag kg/ha	932	1140	1270
Ertragssteigerung kg/ha	-	208	338
Wert der Ertragssteigerung, Ksh		199/-	323/-
Kosten der Düngemittel, Ksh		70/-	109/-
Nettoerlös, Ksh		129/-	214/-
Ertrags-Aufwand-Verhältnis		2.8	3.0

Diese einfache Art der Darstellung ermöglicht es den Feldberatern, für ihren Distrikt ohne große Schwierigkeiten Düngemittlempfehlungen zu machen. Kosten für die Ausbringung der Düngemittel und die Mehrkosten der Ernte werden unberücksichtigt gelassen. Jeder Berater im Feld erhält eine Kopie des Berichtes.

In Tabelle 13 werden die Versuche für eine ganze Region zusammengefaßt und der Effekt der beiden Nährstoffe N und P_2O_5 einzeln dargestellt. Diese Darstellung ist zwar wissenschaftlich aufschlußreicher, doch für den einfachen Feldberater nicht so leicht verständlich. Es können auch Diagramme gezeichnet werden, die die Ergebnisse graphisch darstellen. Es ist jedoch äußerst wichtig, diese so einfach wie möglich zu halten, damit sie leicht verständlich sind.

Wenn die Düngungsempfehlungen genau bestimmt sind, lohnt es sich immer, zusätzlich zu den Berichten noch kleine Broschüren mit Düngungsempfehlungen abzufassen. Diese können von Jahr zu Jahr durchgesehen und, wenn nötig, verbessert werden. Während der Pflanzzeit müssen unbedingt Dias und Schwarzweißphotos von der Versuchsarbeit angefertigt werden, die dann in Kursen und Vorträgen Verwendung finden. Wenn Filmkameras und Projektoren vorhanden sind, können auch Filme gemacht werden.

Ein sehr wichtiges Mittel für die Beratungstätigkeit in Düngerfragen ist der Landfunk. Sehr oft ist der ländliche Informationsdienst in Entwicklungsländern dankbar für jeden Beitrag. Transistorradios gibt es in jedem Dorf, und wenn der Landfunk gut ist, ist er meistens sehr beliebt bei der ländlichen Bevölkerung. Regelmäßige Beiträge über Fragen der Düngung sind daher unerlässlich. Auch in landwirtschaftlichen Zeitungen und selbst in der Tagespresse kann man kleine Artikel über das Düngemittelprogramm veröffentlichen. Das trägt dazu bei, die Bevölkerung für Fragen der Düngung zu interessieren.

Tabelle 13 Düngemittelprogramm 1971 - Ergebnisse der Maisversuche in Westkenia

[illegible]

Alle Angaben in Kenia Shilling und kg/ha
Der Maispreis 1971 pro 80 kg war 35/-

4. Auswahl der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen für die Demonstrationsversuche

Wenn die Pflanzensorten für das Demonstrationsprogramm ausgewählt werden, sollte man sich auf die wichtigsten Kulturarten für die Nahrungsmittel-erzeugung und auf einige Exportkulturen beschränken. Einjährige Kulturen sind meist besser für ein Düngemitteldemonstrationsprogramm geeignet, weil Baumkulturen oft erst nach einigen Jahren den vollen Düngungseffekt zeigen. Wo jedoch die Wirtschaft des Landes von Baumkulturen abhängt, können diese in das Programm einbezogen werden.

Die Sortenwahl innerhalb der jeweiligen Pflanzenart hängt vollkommen von den Gegebenheiten des Landes ab. Wo Zuchtsorten zur Verfügung stehen, sollten diese im Demonstrationsprogramm Verwendung finden. Ist dies nicht der Fall und alle Bauern bauen Landsorten an, dann müssen die Demonstrationsversuche mit diesen ausgeführt werden.

Manchmal kann die Einführung von Zuchtsorten mit dem Düngemittelprogramm kombiniert werden. Das ist so in Kenia, wo Hybridmais zusammen mit optimaler Düngung in den Demonstrationsversuchen angebaut wird.

Die folgenden landwirtschaftlichen Kulturpflanzen wurden in den drei Ländern des Arbeitsgebietes in das Demonstrationsprogramm einbezogen:

4.1 Reis (Oryza sativa)

Reis wird in Afrika in vier ökologischen Zonen angebaut:

- a) In den Überflutungsgebieten der großen Flüsse und natürlichen Inlandsümpfen
- b) Unter Bewässerung in besonderen Bewässerungsprojekten
- c) Auf hochgelegenen Land in Gebieten mit hohem Regenfall (mindestens 2000 mm) als Trockenlandreis (upland rice)
- d) In Süßwasser-Mangrovensümpfen.

Reis ist das Grundnahrungsmittel in Sierra Leone und den meisten anderen westafrikanischen Ländern westlich der Elfenbeinküste. In Sierra Leone wird meistens Trockenlandreis im System der Waldbrandwirtschaft gepflanzt. Aber auch einige Mangrovensümpfe und natürlich überflutete Gebiete entlang der Flüsse werden zum Reisanbau herangezogen. Die Regierung fördert den Anbau von Reis auch in kleinen Inlandsumpfbereichen. Sierra Leone kann in den meisten Jahren nicht genug Reis produzieren, um seine städtische Bevölkerung zu ernähren. Daher wird immer noch Reis importiert.

In Nigeria wird in der Regenwaldzone Trockenlandreis in scharf begrenzten, verhältnismäßig kleinen Gebieten angebaut. Im Norden entlang des Niger und Benue befinden sich potentiell große Gebiete, die für Reisanbau geeignet sind. Reis wird in Nigeria von der einheimischen Bevölkerung nur zu besonderen Festtagen gegessen. Der Reisverbrauch steigt jedoch mit höherem Lebensstandard an.

In Kenia wird Reis nur in besonderen Bewässerungsprojekten angebaut. Er wird hier nur von Ausländern und den ansässigen Asiaten gegessen.

Reis eignet sich meist sehr gut für Demonstrationsversuche mit Düngemitteln, jedoch reagieren die Reissorten sehr unterschiedlich auf die Düngergewandung. Sehr düngerdankbar sind die neuen kurzstrohigen Hochertragssorten, während die alten Langstrohart leicht lagern und nur geringe Ertragssteigerungen erwarten lassen.

4.2 Yams (Dioscorea spp.)

Yams wird in gewissem Umfang in fast allen schwarzafrikanischen Ländern angebaut, die zwischen 1000 mm und 2000 mm Regenfall haben. Es ist eine stärkereiche Wurzelfrucht mit hohem Ertrag je Flächeneinheit. Yams und Cassava sind die Hauptnahrungsmittel in vielen Ländern der Regenwaldzone Afrikas.

Es gibt verschiedene Species, die unterschiedlich in ihren Ansprüchen an Boden und Klima sind, wie z. B. weißer Yams (*D. rotundata*), Wasseryams

(*D. alata*), gelber Yams (*D. cayanaensis*) und dreiblättriger Yams (*D. dumentorum*).

Yams wird fast immer zusammen mit anderen Pflanzen angebaut, wie Mais, Gemüse, Melonen und Chilipfeffer. Yams wird meist gut am lokalen Markt bezahlt und zeigt gute Ertragssteigerung zu Düngemitteln. Daher ist er gut für Demonstrationsversuche geeignet.

4.3 Cassava (*Manihot* spp.)

Cassava ist eine sehr wichtige Nahrungspflanze in den Regendwaldgebieten und teilweise auch in den Savannengebieten Afrikas. Wegen seiner Trockenresistenz, geringer Bodenansprüche und Einfachheit des Anbaus breitet sich Cassava immer mehr aus. Teilweise wird Yams durch Cassava verdrängt. Cassava produziert am meisten Stärke je Flächeneinheit von allen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Es werden zwei Species angebaut, nämlich bitterer Cassava (*M. utilissima*) und süßer Cassava (*M. palmata*). Bitterer Cassava enthält ein Alkaloid in den Wurzeln, das im Magen Blausäure abspaltet. Das Alkaloid muß durch Fermentation erst zerstört werden, bevor der bittere Cassava gegessen werden kann. Süßer Cassava kann direkt verwendet werden.

Cassava stellt zwar keine hohen Ansprüche an den Boden, holt aber alles an Nährstoffen aus dem Boden heraus, was er bekommen kann. Nach mehrmaligem Cassavaanbau sind die Böden meist vollkommen erschöpft.

Cassava wird im südlichen Nigeria, in Sierra Leone, an der Küste und in der Westprovinz Kenias angebaut. Oft ist Cassava eine Versicherung gegen Hunger, weil er Trockenperioden ohne zu verderben gut übersteht. Für getrocknete Cassavaschnitzel besteht ein guter Absatzmarkt in Europa. Die Cassavaschnitzel werden zu Tapiokamehl verarbeitet. Cassava liefert die billigste Stärke, die auf dem Weltmarkt zu haben ist.

Cassava ist meist sehr düngerdankbar. Es wurden Ertragssteigerungen bis

zu 80 % festgestellt. Leider ist der Preis so niedrig, daß selten die Düngung empfohlen werden kann.

4.4 Mais (Zea mays)

Mais ist das Hauptnahrungsmittel in Ostafrika. Es wird aber fast überall in Afrika, wo es nicht zu trocken ist, angebaut. 1000 mm - 1500 mm Regenfall und niedrige Luftfeuchtigkeit sind die günstigsten Klimabedingungen.

In Westafrika wird Mais fast immer in Mischkulturen angebaut, und die Kolben werden grün als Gemüse gegessen. In der Regenwaldzone bringt Mais nur geringe Erträge, wird aber trotzdem noch gepflanzt. Der Maisanbau in Kenia hat einen sehr hohen Standard erreicht. Es wurden 1972 etwa 700 000 Acres Hybridmais angebaut. Die Erträge in Kenia sind sehr hoch im Vergleich zu anderen afrikanischen Ländern.

Die Hybridsorten Kenias reagieren gut auf Düngergaben. In Westafrika waren nur verhältnismäßig geringe Ertragssteigerungen zu verzeichnen.

4.5 Kartoffeln (Solanum tuberosum)

Kartoffeln können mit Erfolg in den Tropen nur in über 1000 m Meereshöhe angebaut werden. In Nigeria werden Kartoffeln hauptsächlich für den Verkauf an Europäer gepflanzt. Im Hochland von Kenia gewinnt die Kartoffel zusehends mehr Bedeutung als Nahrungsmittel für die einheimische Bevölkerung in Höhenlagen von über 2000 m, wo kein Mais mehr wächst. Krautfäule und Bakterienwelke sind die gefürchtetsten Krankheiten im Kartoffelanbau in Kenia. Durch sie wird eine noch schnellere Ausbreitung des Kartoffelanbaus verhindert.

In Kenia geben Kartoffeln gute Ertragssteigerungen bei der Anwendung von Düngemitteln, jedoch werden viele Demonstrationsversuche durch Krankheiten zerstört.

4.6 Bohnen (Phaseolus spp.)

Phaseolus-Bohnen gedeihen in den Tropen auch nur in Hochländern. In den ostafrikanischen Ländern, besonders in Kenia, sind Bohnen der Hauptlieferant pflanzlichen Eiweißes. Nach Mais nehmen Bohnen die größte Anbaufläche in Kenia ein. Sie werden meist als Zweitfrucht in der kurzen Regenzeit gepflanzt. Auch für den Export werden kleine weiße Bohnen (haricot) angebaut. Auf dem lokalen Markt werden Bohnen mit farbigem Samen bevorzugt.

Die lokalen Sorten zeigen wenig Ertragssteigerung bei Düngieranwendung. Neu eingeführte mexikanische Sorten sind sehr düngerdankbar.

4.7 Erdnüsse (Arachis hypogea)

Erdnüsse sind eine sehr wichtige Exportkulturart in fast allen westafrikanischen Ländern. Sie werden meist in der Savannenzone angebaut. Leichte Böden mit 500 - 800 mm Regenfall sind bestens geeignet. Teilweise werden Erdnüsse auch noch in den nördlichen Grenzgebieten des Regenwaldes gepflanzt. In Kenia wird eine grossamige Erdnuß kultiviert, die sich besonders in gerösteter Form für den menschlichen Verzehr eignet. Diese Erdnüsse erzielen einen sehr hohen Exportpreis.

Fast in allen Gebieten reagieren Erdnüsse gut auf Phosphatgaben. In Kenia war auf vielen Böden eine PK-Gabe sehr erfolgreich. Durch den hohen Wert der Erdnüsse ist die Düngieranwendung meist sehr profitabel.

4.8 Sorghum (Sorghum spp.)

Vor der Ankunft des Mais in Afrika war wahrscheinlich die Sorghumhirse die wichtigste Getreideart. Dies ist auch heute noch so, wo Mais der Trockenheit wegen nicht mehr gedeiht. Es gibt die verschiedensten Arten von Sorghum in Afrika. Einige der wichtigsten Species sind:
S. guineense - wichtigste Kornsorghum in Westafrika,

- S. Caudatum - etwas kürzere Kornsorghum in Westafrika; Kornqualität ist geringer als von S. guineense,
S. durra - angebaut am Tschadsee und im südlichen Sudan; sehr trockenresistent mit kurzer Vegetationszeit,
S. caffrorum - ist das Kaffernkorn in Südafrika.

Viel Züchtungsarbeit ist an Sorghum in Afrika geleistet worden. Die Zuchtsorten sind oft nicht sehr weit verbreitet, weil fast jeder Stamm seine eigenen Sorten von Sorghum hat, die wegen ganz besonderer Eigenschaften allen anderen vorgezogen werden. Zuchtsorten von Sorghum geben meist eine zufriedenstellende Ertragssteigerung bei Düngeranwendung. Lokale Sorten produzieren oft nur noch mehr Stroh als sonst, wenn sie gedüngt werden. Man muß daher die Sorten erst auf ihre Düngerdankbarkeit testen, ehe Demonstrationsversuche angelegt werden.

5. Ergebnisse von Demonstrationsversuchen und einfachen Versuchen (Simple Trials) in Kleinbauernfeldern

Die Ergebnisse der Demonstrationsversuche (demonstrations) und der einfachen Versuche (simple trials) wurden nach administrativen Einheiten (Provinz, Bezirk, Distrikt) oder nach klimatischen Zonen (Wald, Savanne) zusammengefaßt. Die Düngergaben wurden in kg/ha Reinnährstoff, N, P_2O_5 und K_2O angegeben. Die verwendeten Düngemittel sind Mischungen aus den Einzeldüngern, Superphosphat 20 % oder Superphosphat 40 - 42 %, Ammoniumsulphat und Kali 60 %.

Der Nettoerlös in US-Dollars ist die Differenz zwischen dem Wert der Ertragssteigerung und den Kosten der gegebenen Düngung. Das Ertrags-Aufwand-Verhältnis ist der Wert der Ertragssteigerung dividiert durch die Kosten der Düngung. Ein Verhältnis von 2 gleicht einem Nettoerlös von 100 %. Einfach ausgedrückt, der Bauer bekommt für jeden in Dünger investierten Dollar zwei zurück. Wie schon in Paragraph 3.132 erwähnt, wird eine Düngungsempfehlung an Bauern nur gemacht, wenn das Ertrags-Aufwand-Verhältnis höher als 2 ist.

Die Produktpreise und die Düngerpreise, die für die Ertragsrechnung verwandt wurden, sind Durchschnittspreise, wie sie von den Feldberatern angegeben wurden.

Zeitlich werden die Versuchsergebnisse entsprechend dem Aufenthalt des Autors in den verschiedenen Ländern nacheinander aufgeführt. Die Darstellung der Versuchsergebnisse folgt den von FAO abgefaßten endgültigen Berichten über die Jahre des Düngemittelprogramms.

Der Autor hofft, daß durch die Anführung des Nettoerlöses und des Ertrags-Aufwand-Verhältnisses die wirtschaftlichen Aspekte des Pflanzenbaus der drei Länder besser in Erscheinung treten, als wenn nur die Ertragssteigerungen als solche dargestellt worden wären. Zum Beispiel sind verhältnismäßig kleine Ertragssteigerungen bei Reis, Yams und Erdnüssen wirtschaft-

lich bei weitem günstiger als große Ertragssteigerungen bei Cassava. Das hängt weitgehend von den Preisen für die einzelnen Produkte ab. Im FAO Düngemittelprogramm wurde von Anfang an der Wirtschaftlichkeit einer Düngerempfehlung größte Bedeutung beigemessen. Die geringen finanziellen Mittel der Kleinbauern in Entwicklungsländern zwingen den Berater, nur dann den Einsatz von Düngemitteln zu empfehlen, wenn die Wirtschaftlichkeit absolut gesichert ist.

5.1 Nigeria 1963/64 bis 1965/66

Demonstrationsversuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1963/64

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	Nettoerlös %	E. A. V. (Ertrags-Aufwand- Verhältnis)
Anzahl der Versuche in Klammern			

Kleine Pflanzzeit 1963/64

Mais (69)

Savanne (50)

ungedüngt	1204	-	49	-
20-20-0	278	23	- 5	0.7
40-20-0	302	25	-12	0.5

Wald (19)

ungedüngt	1572	-	64	-
20-20-0	386	25	-	1.0
40-20-0	423	27	- 7	0.7

Cassava (21)

Savanne (21)

ungedüngt	7932	-	44	-
20-20-20	912	11	-14	0.3
40-20-20	1452	18	-19	0.3

Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₦ /ha	E. A. V. (Ertrags-Aufwand- Verhältnis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Hauptpflanzzeit 1964

Mais (273)

Savanne (107)

ungedüngt (68)	<u>1110</u>	-	<u>46</u>	-
0-20-20	397	36	5	1.4
20-20-20	485	44	5	1.0
ungedüngt (39)	<u>1468</u>	-	<u>60</u>	-
40-20-0	560	38	- 1	0.9
40-20-40	493	34	-10	0.7

Wald (166)

ungedüngt	<u>2144</u>	-	<u>88</u>	-
0-20-20	457	21	7	1.6
20-20-20	559	26	3	1.1

Trockenlandreis (282)

Savanne (112)

ungedüngt	<u>1356</u>	-	<u>125</u>	-
20-20-0	340	25	15	1.9
20-20-20	427	31	20	2.0

Wald (170)

ungedüngt	<u>1823</u>	-	<u>241</u>	-
20-20-0	434	24	40	3.4
20-20-20	423	23	36	2.8

Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₦ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Sumpfreis (5)

Wald

ungedüngt	<u>3054</u>	-	<u>440</u>	-
20-20-20	243	8	14	1.7
40-20-20	307	10	15	1.5
20-20-0	325	11	45	2.7

Yams (228)

Savanne (96)

ungedüngt	<u>11378</u>	-	<u>307</u>	-
20-0-20	3259	29	77	8.0
40-0-20	2141	19	39	3.0

Wald (120)

ungedüngt	<u>10824</u>	-	<u>292</u>	-
20-0-20	1895	18	39	4.3
40-0-20	2057	19	35	2.8

Erdnüsse (5)

Wald

ungedüngt	<u>1371</u>	-	<u>171</u>	-
0-20-0	658	48	74	9.6
0-20-20	485	35	49	5.1

Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Cassava (22)

Wald

ungedüngt	<u>19803</u>	-	<u>109</u>	-
20-20-20	5716	29	7	1.5
40-20-20	7076	36	10	1.3

Nigeria, Einfache Versuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1963/64

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Kleine Pflanzzeit 1963/64

Mais (17)

Savanne (9)

ungedüngt	<u>956</u>	-	<u>39</u>	-
20-0-0	-113	-12	-13	-0.6
0-20-0	269	28	3	1.3
0-0-20	245	26	7	3.2
20-20-0	155	16	-10	0.4
20-0-20	325	34	2	1.2
0-20-20	-	-	-11	-
20-20-20	201	21	-11	0.4
40-40-40	157	16	-32	0.2

Mittel der Ertragssteigerung von N = +14; P₂O₅ = +42; K₂O = +115

Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Wald (8)

ungedüngt	<u>1382</u>	-	<u>57</u>	-
20-0-0	219	16	1	1.1
0-20-0	317	23	5	1.6
0-0-20	255	18	7	3.4
20-20-0	244	18	- 6	0.6
20-0-20	249	18	- 1	0.9
0-20-20	201	15	- 3	0.7
20-20-20	141	10	-14	0.3
40-40-40	93	7	-35	0.1

Mittel der Ertragssteigerung von N = +20; P₂O₅ = +45; K₂O = +17

Hauptpflanzzeit 1964

Mais (45)

Savanne (13)

ungedüngt	<u>1348</u>	-	<u>55</u>	-
20-0-0	151	11	- 2	0.8
0-20-0	194	14	-	1.0
0-0-20	276	20	8	3.6
20-20-0	365	27	- 1	0.9
20-0-20	88	7	- 7	0.3
0-20-20	257	19	- 1	0.9
20-20-20	366	27	- 4	0.8
40-40-40	413	31	-22	0.4

Mittel der Ertragssteigerung von N = +61; P₂O₅ = +167; K₂O = +69

Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben $N-P_2O_5-K_2O$ (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Hauptpflanzzeit 1963/64

Mais (Fortsetzung)

Wald (32)

ungedüngt	1557	-	64	-
20-0-0	300	19	4	1.5
0-20-0	230	15	1	1.1
0-0-20	388	25	13	5.0
20-20-0	228	15	7	0.6
20-0-20	341	22	2	1.2
0-20-20	262	17	1	0.9
20-20-20	435	28	2	0.9
40-40-40	414	27	-23	0.4

Mittel der Ertragssteigerung von $N = +106$; $P_2O_5 = +32$; $K_2O = +167$

Trockenlandreis (42)

Savanne (8)

ungedüngt	822	-	76	-
20-0-0	493	60	37	5.7
0-20-0	238	29	14	2.6
0-0-20	453	55	39	13.4
20-20-0	487	59	29	2.8
20-0-20	474	58	33	3.9
0-20-20	264	32	13	2.1
20-20-20	532	65	30	2.5
40-40-40	369	45	- 5	0.9

Mittel der Ertragssteigerung von $N = +258$; $P_2O_5 = +25$; $K_2O = +126$

Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung		Nettoerlös	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
	kg/ha	%	\$ /ha	
Anzahl der Versuche in Klammern				

Hauptpflanzzeit 1963/64

Trockenlandreis (Fortsetzung)

Wald (34)

ungedüngt	<u>1476</u>	-	<u>207</u>	-
20-0-0	492	33	60	8.1
0-20-0	521	35	64	8.5
0-0-20	158	11	19	6.6
20-20-0	514	35	55	4.2
20-0-20	500	34	58	5.9
0-20-20	464	31	53	5.4
20-20-20	404	27	36	2.8
40-40-40	591	40	42	2.0

Mittel der Ertragssteigerung von N = +235; P₂O₅ = +232; K₂O = -44

Yams (44)

Savanne (16)

ungedüngt	<u>7349</u>	-	<u>198</u>	-
20-0-0	3127	43	76	10.6
0-20-0	2840	39	68	9.2
0-0-20	2972	40	77	25.8
20-20-0	3167	43	69	5.3
20-0-20	2781	38	64	6.8
0-20-20	2874	39	66	6.8
20-20-20	3342	45	71	4.7
40-40-40	4124	56	73	2.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +933; P₂O₅ = +836; K₂O = +709

Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung		Nettoerlös	E. A. V.
	kg/ha	%	\$/ha	(Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Hauptpflanzzeit 1963/64

Yams (Fortsetzung)

Wald (28)

ungedüngt	9279	-	251	-
20-0-0	1501	16	32	4.8
0-20-0	1652	18	36	5.2
0-0-20	1811	20	46	14.8
20-20-0	1936	21	35	3.1
20-0-20	1699	18	34	3.8
0-20-20	2617	28	59	5.9
20-20-20	2171	23	38	2.9
40-40-40	2902	31	38	1.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +307; P₂O₅ = +849; K₂O = +802

Diskussion der Ergebnisse

Wie aus der Beschreibung der Böden Nigerias auf Seite 10 ff und der Bodenkarte im Anhang hervorgeht, finden sich in der Regenwaldzone besonders Rotlehme, die weiter südlich in Gelblehme übergehen. Im Norden schließt sich an die Regenwaldzone die Savanne an. Hier gibt es auch noch Rotlehme. Diese enthalten aber in zunehmendem Maße Eisenkonkretionen, die entweder kiesigen Charakter haben oder ganze ungebrochene Schichten bilden können.

In der Waldzone Mittwest-Nigerias herrschen die sogenannten Benin-Bodentypen vor. Unter einem sandigen Oberboden finden sich schwere rote Tone oder Gelblehme weiter im Süden. Ganz eindeutig kann man aus der Be-

trachtung der Erträge der ungedüngten Parzellen ersehen, daß die Böden im Regenwaldgebiet fruchtbarer sind als die Savannenböden. Die Niederschläge nehmen in der Savanne nicht so sehr ab, daß sie ein entscheidender Faktor sein könnten. Die Savannenböden sind weniger fruchtbar, weil sie oft mehr Eisenkonkretionen enthalten und teilweise vollkommen mit Speergras (*imperata cylindrica*) verseucht sind.

Jedoch muß gesagt werden, daß die Fruchtbarkeit der Waldböden unter Kultur meist schneller abnimmt als die der Savannenböden. Daher findet man im Waldgebiet meist nur eine ein- bis zweijährige Nutzung, während in der Savanne die Felder mehrere Jahre im System der "shifting cultivation" bebaut werden. Die Ertragssteigerungen liegen bei den Demonstrationen und einfachen Versuchen im Waldgebiet etwas höher als in der Savanne. Die Erträge scheinen sicherer und ausgeglichener in der Waldzone. Im einzelnen waren die Ergebnisse wie folgt:

a) Demonstrationsversuche:

Die Ergebnisse der Maisversuche, die während der kleinen Pflanzzeit ausgeführt wurden, brachten Verluste im Savannen- als auch im Waldgebiet. Gleichermäßen brachte Cassava Verluste im Savannengebiet in allen Versuchsvarianten. Obwohl in der Hauptpflanzzeit beide Kulturen gute Ertragssteigerungen in einigen der Versuchsvarianten brachten, so war doch der Nettoerlös negativ oder nur sehr gering. Die Ergebnisse der Reisversuche beziehen sich auf Sumpfreis in der Waldzone und Trockenreis in der Savannen- und Waldzone. Der Ertrag der ungedüngten Parzelle von Sumpfreis war hoch, und obwohl die Ertragssteigerung nicht sehr groß war, so gab die NP-Variante ein E.A.V. (Ertrags-Aufwand-Verhältnis) von 2.7. Die NP-Variante war auch am besten bei Trockenreis in der Waldzone. Das E.A.V. war 3.4, während die NPK-Variante ein E.A.V. von 2 in der Savannenzone erbrachte. Die Ergebnisse der Yamsversuche waren gut. Die niedrigere NK-Variante gab den besten Nettoerlös in beiden Zonen. Nur Phosphat brachte die höchsten Ertragssteigerungen bei Erdnüssen und ein E.A.V. von 9.6.

b) Einfache Versuche:

Die Maisversuche ergaben nur bei Kali ein wirtschaftliches Ergebnis in der Savannenzone als auch in der Waldzone während beider Pflanzzeiten. Der durchschnittliche Effekt von allen drei Hauptnährstoffen war positiv in beiden Pflanzzeiten. Reis zeigte positive Ertragssteigerungen bei allen drei Hauptnährstoffen in der Savannenzone. Stickstoff war der wichtigste Faktor gefolgt von Kali. Stickstoff und Phosphat waren gleichwertig in der Waldzone. Fast alle Düngungsvarianten zeigten gute wirtschaftliche Ergebnisse. Nur N wirkte am besten in der Savanne und nur P am besten in der Waldzone. Das E.A.V. war 5.7 bzw. 8.5. Yams zeigte auch gute Ertragssteigerungen in den meisten Varianten, alle drei Hauptnährstoffe waren fast gleichwertig in der Savanne. In der Waldzone nahm die Wirkung von P, K und N in dieser Reihenfolge ab.

West-Nigeria ¹

Demonstrationsversuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1964/65

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Kleine Pflanzzeit

Mais (117)

Savanne (75)

ungedüngt	<u>1175</u>	-	<u>48</u>	-
20-20-0	530	45	5	1.3
40-20-0	569	48	- 1	1.0

Wald (42)

ungedüngt	<u>1942</u>	-	<u>80</u>	-
0-20-20	208	11	- 3	0.8
20-20-20	232	12	-10	0.5

Hauptpflanzzeit

Mais (192)

Savanne (118)

ungedüngt (73)	<u>1367</u>	-	<u>56</u>	-
0-20-20	608	44	14	2.3
20-20-20	687	50	10	1.5

ungedüngt (45)

	<u>1640</u>	-	<u>67</u>	-
40-20-0	565	34	1	1.0
40-20-40	720	44	1	1.0

¹ 1964 wurde die Benin-Provinz von der Westregion abgetrennt und als Mitt-West Region selbständig.

West-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Hauptpflanzzeit

Mais (Fortsetzung)

Wald (74)

ungedüngt	<u>2255</u>	-	<u>92</u>	-
0-20-20	296	13	1	1.1
20-20-20	270	12	- 7	0.6

Trockenlandreis (145)

Savanne (81)

ungedüngt	<u>1116</u>	-	<u>128</u>	-
20-20-0	296	27	19	2.2
20-20-20	403	36	28	2.5

Wald (64)

ungedüngt	<u>1885</u>	-	<u>221</u>	-
20-20-0	563	30	50	4.3
20-20-20	571	30	47	3.6

Yams (139)

Savanne (93)

ungedüngt	<u>11368</u>	-	<u>466</u>	-
20-0-20	2763	24	103	10.9
40-0-20	3154	28	112	7.3

Wald (46)

ungedüngt	<u>15927</u>	-	<u>653</u>	-
20-0-20	1482	9	50	5.8
40-0-20	1659	10	50	3.8

West-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Cassava (5)

Savanne

ungedüngt	<u>3264</u>	-	<u>74</u>	-
20-20-20	4120	44	15	1.8
40-20-20	5144	56	15	1.6

Einfache Versuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1964/65

Kleine Pflanzzeit

Mais (21)

Savanne (15)

ungedüngt	<u>1077</u>	-	<u>44</u>	-
20-0-0	331	31	6	1.7
0-20-0	303	28	4	1.5
0-0-20	342	32	11	4.5
20-20-0	337	31	- 2	0.9
20-0-20	308	29	2	1.1
0-20-20	357	33	3	1.3
20-20-20	291	27	- 7	0.6
40-40-40	402	37	-22	0.4

Mittel der Ertragssteigerung von N = +66; P₂O₅ = +277; K₂O = +82

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Kleine Pflanzzeit

Mais (Fortsetzung)

Wald (6)

ungedüngt	<u>1358</u>	-	<u>57</u>	-
20-0-0	706	52	21	3.6
0-20-0	301	22	4	1.5
0-0-20	289	21	9	3.8
20-20-0	880	65	20	2.2
20-0-20	182	13	- 4	0.7
0-20-20	432	32	6	1.6
20-20-20	671	49	8	1.4
40-40-40	872	64	- 3	0.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +354; P₂O₅ = +277; K₂O = -78

Hauptpflanzzeit

Mais (44)

Savanne (28)

ungedüngt	<u>1272</u>	-	<u>52</u>	-
20-0-0	496	39	13	2.8
0-20-0	463	36	11	2.4
0-0-20	459	36	16	6.1
20-20-0	509	40	6	1.4
20-0-20	470	37	9	1.8
0-20-20	478	38	9	1.8
20-20-20	499	39	2	1.1
40-40-40	521	41	-15	0.6

Mittel der Ertragssteigerung von N = +144; P₂O₅ = +131; K₂O = +110

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös § /ha	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	---------------------	--

Hauptpflanzzeit

Mais (Fortsetzung)

Wald (16)

ungedüngt	<u>1721</u>	-	<u>71</u>	-
20-0-0	291	17	5	1.6
0-20-0	240	14	2	1.2
0-0-20	187	11	5	2.5
20-20-0	158	9	- 9	0.4
20-0-20	398	23	6	1.6
0-20-20	275	16	-	1.0
20-20-20	334	19	- 5	0.7
40-40-40	290	17	-25	0.3

Mittel der Ertragssteigerung von N = +120; P₂O₅ = +33; K₂O = +127

Trockenlandreis (27)

Wald (12)

ungedüngt	<u>948</u>	-	<u>109</u>	-
20-0-0	435	46	43	6.8
0-20-0	471	50	46	6.9
0-0-20	414	44	45	15.4
20-20-0	474	50	39	3.6
20-0-20	338	36	28	3.7
0-20-20	423	45	38	4.4
20-20-20	546	58	44	3.4
40-40-40	424	45	12	1.3

Mittel der Ertragssteigerung von N = +121; P₂O₅ = +182; K₂O = +85

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Trockenlandreis (Fortsetzung)

Savanne (15)

ungedüngt	<u>961</u>	-	<u>111</u>	-
20-0-0	234	24	20	3.7
0-20-0	328	34	30	4.8
0-0-20	123	13	11	4.6
20-20-0	215	22	10	1.6
20-0-20	112	12	2	1.2
0-20-20	187	19	11	2.0
20-20-20	308	32	17	1.9
40-40-40	259	27	- 7	0.8

Mittel der Ertragssteigerung von N = +58; P₂O₅ = +143; K₂O = -12

Yams (30)

Savanne (19)

ungedüngt	<u>9897</u>	-	<u>406</u>	-
20-0-0	1770	18	65	9.9
0-20-0	2259	23	85	11.8
0-0-20	2303	23	91	30.6
20-20-0	2755	28	98	7.4
20-0-20	3316	23	126	13.0
0-20-20	2969	30	111	11.1
20-20-20	2979	30	104	6.7
40-40-40	3089	31	90	3.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +822; P₂O₅ = +893; K₂O = +1196

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	Nettoerlös %	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Yams (Fortsetzung)

Wald (11)

ungedüngt	10330	-	424	-
20-0-0	- 366	- 4	-22	- 2.0
0-20-0	310	3	5	1.6
0-0-20	186	2	5	2.5
20-20-0	572	6	8	1.5
20-0-20	30	-	- 9	0.1
0-20-20	475	5	9	1.8
20-20-20	640	6	8	1.4
40-40-40	975	9	3	1.1

Mittel der Ertragssteigerung von N = -24; P₂O₅ = +537; K₂O = +204

Cassava (5)

Wald

ungedüngt	8477	-	68	-
20-0-0	2386	28	12	2.6
0-20-0	3038	36	16	3.1
0-0-20	3439	41	24	8.9
20-20-0	2974	35	9	1.6
20-0-20	3436	41	17	2.6
0-20-20	3433	41	16	2.5
20-20-20	2596	31	2	1.1
40-40-40	2950	35	-13	0.6

Mittel der Ertragssteigerung von N = +371; P₂O₅ = +695; K₂O = +1127

Mittwest-Nigeria

Demonstrationsversuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1964/65

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha		Nettoerlös \$/ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern	%			

Kleine Pflanzzeit

Mais (5)

Wald

ungedüngt	<u>759</u>	-	<u>31</u>	-
0-20-20	329	43	1	1.1
20-20-20	91	12	-17	0.2

Hauptpflanzzeit

Mais (79)

Wald

ungedüngt (75)	<u>1302</u>	-	<u>62</u>	-
0-20-20	385	30	8	1.7
20-20-20	416	32	2	1.1

Trockenlandreis (102)

Wald

ungedüngt (68)	<u>1516</u>	-	<u>218</u>	-
20-20-0	420	28	45	4.0
20-20-20	471	31	50	3.7

Sumpfreis (16)

ungedüngt (16)	<u>1765</u>	-	<u>254</u>	-
20-20-0	347	20	35	3.3
20-20-20	228	13	15	1.8

Mittwest-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₡ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Yams (92)</u>				
<u>Wald</u>				
ungedüngt (88)	8477	-	458	-
20-0-20	2003	24	98	10.4
40-0-20	2522	30	118	7.7
<u>Cassava (12)</u>				
<u>Wald</u>				
ungedüngt	11588	-	243	-
20-20-20	3051	26	46	3.5
40-20-20	4074	35	60	3.3

Mittwest-Nigeria

Einfache Versuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1964/65

<u>Mais (18)</u>				
<u>Wald</u>				
ungedüngt (17)	1293	-	62	-
20-0-0	393	30	12	2.6
0-20-0	441	34	13	2.7
0-0-20	249	19	9	3.9
20-20-0	290	22	- 1	0.9
20-0-20	491	38	13	2.3
0-20-20	375	29	7	1.6
20-20-20	362	28	- 1	0.9
40-40-40	345	27	20	0.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +118; P₂O₅ = +84; K₂O = +88

Mittwest-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung		Nettoerlös	E.A.V.
Anzahl der Versuche in Klammern	kg/ha	%	\$/ha	(Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)

Trockenlandreis (23)

Wald

ungedüngt (15)	<u>1830</u>	-	<u>264</u>	-
20-0-0	153	8	15	3.0
0-20-0	166	9	16	3.0
0-0-20	287	16	38	13.4
20-20-0	217	12	16	2.1
20-0-20	230	13	23	3.2
0-20-20	388	21	45	5.1
20-20-20	315	17	27	2.5
40-40-40	483	26	33	1.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +19; P₂O₅ = +104; K₂O = +11

Sumpfreis (8)

Wald

ungedüngt (8)	<u>1516</u>	-	<u>218</u>	-
20-0-0	47	3	- 1	0.9
0-20-0	129	9	11	2.4
0-0-20	129	9	15	6.0
20-20-0	47	3	- 8	0.4
20-0-20	359	24	41	5.0
0-20-20	171	11	14	2.2
20-20-20	120	8	- 1	0.9
40-40-40	148	10	-15	0.6

Mittel der Ertragssteigerung von N = +36; P₂O₅ = -17; K₂O = +139

Mittwest-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Yams (23)

Wald

ungedüngt	<u>6901</u>	-	<u>373</u>	-
20-0-0	2523	37	129	18.5
0-20-0	2126	31	107	14.6
0-0-20	2176	32	114	38.0
20-20-0	1585	23	70	5.6
20-0-20	3105	45	157	16.1
0-20-20	3049	44	154	15.0
20-20-20	2729	40	129	8.0
40-40-40	3322	48	143	4.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +648; P₂O₅ = +421; K₂O = +1206

Cassava (2)

Wald

ungedüngt	<u>3878</u>	-	<u>81</u>	-
20-0-0	5450	141	107	15.6
0-20-0	4348	112	83	11.6
0-0-20	2766	71	55	18.8
20-20-0	2615	67	40	3.6
20-0-20	5384	139	103	10.8
0-20-20	4730	122	88	9.0
20-20-20	4907	127	85	5.6
40-40-40	6494	167	100	3.7

Mittel der Ertragssteigerung von N = +1628; P₂O₅ = +750; K₂O = +1344

Diskussion der Ergebnisse

Im Jahre 1964 wurde die Mittwest-Region in Nigeria geschaffen. Durch die Entstehung dieser neuen administrativen Einheit ergab sich die Möglichkeit, die Ergebnisse dieses Gebietes getrennt von West-Nigeria zusammenzufassen. Das hat mehrere Vorteile. Wie aus der Klimakarte und der Bodenkarte ersichtlich ist, finden sich in Mittwest-Nigeria Klima- und Bodentypen, die sich wesentlich von denen in West-Nigeria unterscheiden. Der Regenfall ist höher (70 - 100 inches) und besser verteilt das ganze Jahr über. Die Trockenzeit ist nicht so einschneidend wie im Westen. Durch die Abtrennung des Mittwestens wurde es möglich, die Versuche auf den sogenannten Benin-Bodentypen getrennt festzustellen.

Wenn man die Erträge der ungedüngten Parzellen als Maß für die natürliche Bodenfruchtbarkeit und die Eignung des Standortes für bestimmte Nutzpflanzen anerkennt, ergeben sich interessante Unterschiede zwischen West-Nigeria und Mittwest-Nigeria. Die Maiserträge sind weitaus geringer im Mittwesten als in der Waldzone des Westens. Dies beruht besonders auf der hohen Luftfeuchtigkeit und den allgemein ungünstigen Standortbedingungen für diese Nutzpflanze im Mittwesten.

Trockenlandreiserträge liegen bei den Demonstrationsversuchen auch höher in der Waldzone des Westens als im Mittwesten. Die höheren Niederschläge im Mittwesten können die bessere Qualität der Böden im Westen nicht ausgleichen. Auch die Düngung brachte im Westen bessere Ertragssteigerungen als im Mittwesten. Noch größer sind die Unterschiede bei Yams. Sowohl in den Demonstrationsversuchen als auch in den einfachen Versuchen sind die Erträge um mehrere Tonnen pro Hektar höher als im Mittwesten.

Ähnliche Ergebnisse wie bei Yams konnten auch bei Cassava festgestellt werden. Vergleicht man die Waldzone West-Nigerias mit der Waldzone Mittwest-Nigerias, so kann ganz allgemein festgestellt werden, daß der Mittwesten auf Grund höherer Niederschläge und geringerer Qualität der Böden weitaus weniger für einjährige Kulturen geeignet ist als West-Nigeria.

Jedoch Baumkulturen mit Bedarf für hohe Niederschläge und tiefgründige Böden wie Ölpalmen und Gummi finden bessere Wachstumsbedingungen im Mittwesten.

Wird die wirtschaftliche Seite der Düngeranwendung in Betracht gezogen, ergeben sich folgende Ergebnisse:

a) Demonstrationsversuche:

Wie schon im Jahre 1963/64 waren die Ergebnisse der Demonstrationsversuche mit Mais in West-Nigeria und Mittwest-Nigeria in der kleinen Pflanzzeit nicht besonders gut. In der Hauptpflanzzeit waren zwar teilweise gute Ertragssteigerungen zu verzeichnen, aber die Wirtschaftlichkeit der Düngeranwendung war auch hier nicht gegeben. Die Düngeranwendung zu Reis war wieder zum Teil sehr wirtschaftlich in West-Nigeria und im Mittwesten in der Waldzone als auch in der Savannenzzone. Sumpfreis gab im Mittwesten zu 20-20-0 eine Ertragssteigerung von nur 20 %, aber ein E.A.V. von 3.3. Trockenlandreis zeigte gute Nettoerlöse im Mittwesten und Westen bei NP und NPK-Düngung. Das E.A.V. variierte zwischen 2.2 und 4.3.

Obwohl die Ertragssteigerung bei Yams nur mäßig war, zeigt es sich immer wieder, daß sich die Düngung lohnt. Das E.A.V. stieg in der besten Variante bis auf 10.9. Cassava zeigte sehr gute Ertragssteigerungen (bis 56 %) in allen Gebieten Nigerias bei NPK-Düngung. Jedoch die Wirtschaftlichkeit der Düngung ist nur im Mittwesten auf Grund besserer Preise gegeben.

b) Einfache Versuche:

Die schlechten Ergebnisse der Maisdemonstrationsversuche in der kleinen Pflanzzeit spiegeln sich auch in den Versuchsergebnissen wider. Die mittleren Ertragssteigerungen sind klein oder sogar negativ in der Savanne. In der Waldzone ergeben sich bessere mittlere Ertragssteigerungen. In der Hauptpflanzzeit zeigte Mais positive gleichwertige Ertragssteigerungen bei allen drei Hauptnährstoffen in der Savanne. In der Waldzone des Mittwestens gab Stickstoff die besten Ergebnisse, gefolgt von P und K.

Reis ergab positive mittlere Ertragssteigerungen bei N und P Düngung in West-Nigeria. K war negativ in der Savanne. In der Waldzone West-Nigerias gaben alle drei Hauptnährstoffe positive Ertragssteigerungen. Die Ergebnisse der Mittwest-Region waren bei Sumpfreis und Trockenlandreis nicht sehr aufschlußreich.

Yams ergab sehr hohe mittlere Ertragssteigerungen in der Savannenzone West-Nigerias. In der Waldzone war P am effektivsten, gefolgt von K, während N negativ war. Im Mittwesten jedoch war N effektiver als P, und K stand weit an der Spitze.

Die kleine Anzahl von Cassavaversuchen in der Waldzone des Westens und Mittwestens von Nigeria zeigten positive Ertragssteigerungen bei allen drei Hauptnährstoffen.

West-Nigeria

Demonstrationsversuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1965/66

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Kleine Pflanzzeit 1965/66

Mais (227)

Savanne (167)

ungedüngt	<u>1096</u>	-	<u>45</u>	-
20-20-0	325	30	- 2	0.9
40-20-0	416	38	- 6	0.8

Wald (60)

ungedüngt	<u>1215</u>	-	<u>50</u>	-
0-20-20	322	27	2	1.2
20-20-20	372	31	- 3	0.8

Hauptpflanzzeit 1966

Mais (224)

Savanne (143)

ungedüngt (55)	<u>1433</u>	-	<u>79</u>	-
20-0-0	338	24	11	2.4
20-20-20	397	28	3	1.2

ungedüngt (88)

	<u>1348</u>	-	<u>74</u>	-
20-20-0	645	48	20	2.3
40-20-0	723	54	16	1.7

Wald (81)

ungedüngt	<u>2066</u>	-	<u>114</u>	-
20-0-0	387	19	14	2.8
20-20-20	437	21	5	1.3

West-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Trockenlandreis (170)

Savanne (106)

ungedüngt	<u>1301</u>	-	<u>176</u>	-
20-0-0	372	29	42	6.6
20-20-0	481	37	49	4.2

Wald (64)

ungedüngt	<u>1942</u>	-	<u>262</u>	-
20-0-0	764	39	95	13.6
20-20-0	666	34	74	5.8

Yams (155)

Savanne (119)

ungedüngt	<u>10258</u>	-	<u>482</u>	-
20-0-0	3054	30	136	18.9
20-0-20	4068	40	180	18.5

Wald (36)

ungedüngt	<u>13354</u>	-	<u>628</u>	-
20-0-0	2339	18	102	14.5
20-0-20	1888	14	78	8.6

Cassava (9)

Savanne (7)

ungedüngt	<u>11561</u>	-	<u>111</u>	-
20-20-20	3163	27	12	1.6
40-20-20	3844	33	11	1.4

West-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Wald (2)

ungedüngt	<u>8101</u>	-	<u>78</u>	-
20-20-20	1220	15	- 7	0.6
40-20-20	1996	25	- 7	0.7

Erdnüsse (5)

Wald

ungedüngt	<u>1247</u>	-		
0-20-0	118	9	n/a	
0-40-0	193	15		

Einfache Versuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1965/66

Kleine Pflanzzeit 1965/66

Mais (51)

Savanne (38)

ungedüngt	<u>877</u>	-	<u>36</u>	-
20-0-0	342	39	7	1.9
0-20-0	230	26	2	1.2
0-0-20	378	43	12	5.0
20-20-0	350	40	- 1	0.9
20-0-20	307	35	2	1.2
0-20-20	354	40	4	1.3
20-20-20	391	45	- 2	0.9
40-40-40	460	52	-18	0.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +107; P₂O₅ = +75; K₂O = +127

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha %	Nettoerlös \$/h a	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern			

Mais

Wald (13)

ungedüngt	<u>1018</u>	-	<u>42</u>	-
20-0-0	339	33	7	1.9
0-20-0	354	35	7	1.8
0-0-20	309	30	10	4.1
20-20-0	249	24	- 5	0.7
20-0-20	335	33	3	1.3
0-20-20	297	29	1	1.1
20-20-20	579	57	5	1.3
40-40-40	519	51	-15	0.6

Mittel der Ertragssteigerung von N = +136; P₂O₅ = +124; K₂O = +145

Hauptpflanzzeit 1966

Mais (36)

Savanne (26)

ungedüngt	<u>1058</u>	-	<u>58</u>	-
20-0-0	446	42	17	3.2
0-20-0	455	43	17	3.1
0-0-20	585	55	29	11.7
20-20-0	533	50	13	1.9
20-0-20	624	59	24	3.3
0-20-20	568	54	21	2.9
20-20-20	611	58	15	1.8
40-40-40	659	62	-	1.0

Mittel der Ertragssteigerung von N = +152; P₂O₅ = +128; K₂O = +239

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Mais

Wald (10)

ungedüngt	<u>1713</u>	-	<u>94</u>	-
20-0-0	67	4	- 4	0.5
0-20-0	129	8	- 1	0.9
0-0-20	102	6	3	2.0
20-20-0	321	19	2	1.1
20-0-20	143	8	- 3	0.7
0-20-20	69	4	- 7	0.4
20-20-20	143	8	-11	0.4
40-40-40	352	21	-17	0.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +93; P₂O₅ = +87; K₂O = -15

Trockenlandreis (28)

Savanne (16)

ungedüngt	<u>1016</u>	-	<u>196</u>	-
20-0-0	251	25	40	6.4
0-20-0	361	36	62	8.8
0-0-20	255	25	46	17.8
20-20-0	253	25	33	3.1
20-0-20	301	30	48	5.6
0-20-20	245	24	37	4.6
20-20-20	446	44	67	4.6
40-40-40	287	28	19	1.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +97; P₂O₅ = +125; K₂O = +95

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Trockenlandreis

Wald (12)

ungedüngt	<u>2063</u>	-	<u>398</u>	-
20-0-0	977	47	181	24.8
0-20-0	716	35	128	17.1
0-0-20	807	39	153	56.4
20-20-0	593	29	98	7.4
20-0-20	406	20	68	7.3
0-20-20	537	26	93	10.0
20-20-20	973	47	169	10.0
40-40-40	629	30	85	3.3

Mittel der Ertragssteigerung von N = +222; P₂O₅ = +157; K₂O = +109

Yams (22)

Savanne (17)

ungedüngt	<u>9338</u>	-	<u>439</u>	-
20-0-0	2888	31	128	16.9
0-20-0	3918	42	176	23.2
0-0-20	3205	34	148	54.6
20-20-0	2756	29	114	8.1
20-0-20	3949	42	175	17.2
0-20-20	3933	42	174	17.3
20-20-20	4053	43	172	10.2
40-40-40	4351	47	167	5.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = +648; P₂O₅ = +1155; K₂O = +4144

West-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung		Nettoerlös	E. A. V.
Anzahl der Versuche in Klammern	kg/ha	%	₡ /ha	(Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)

Yams

Wald (5)

ungedüngt	<u>13304</u>	-	<u>625</u>	-
20-0-0	726	5	26	4.5
0-20-0	915	7	35	5.4
0-0-20	1288	10	58	21.9
20-20-0	1031	8	33	3.0
20-0-20	1614	12	65	7.3
0-20-20	705	5	23	3.2
20-20-20	4530	34	194	11.4
40-40-40	1234	9	21	1.6

Mittel der Ertragssteigerung von N = +1248; P₂O₅ = +888; K₂O = +1366

Cassava (1)

Savanne

ungedüngt	<u>5629</u>	-	<u>54</u>	-
20- 0-0	881	15	0	1.1
0-20-0	1017	18	2	1.2
0-0-20	2780	49	24	9.7
20-20-0	-1085	-19	-26	-0.7
20-0-20	-1153	-20	-22	-1.0
0-20-20	2305	41	11	2.1
20-20-20	-1356	-24	-32	-0.7
40-40-40	1695	30	-20	-0.4

Mittel der Ertragssteigerung von N = -2204; P₂O₅ = -407; K₂O = +441

Mittwest-Nigeria

Demonstrationsversuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse 1965/66

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ / ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	-----------------------	--

Hauptpflanzzeit 1966

Mais (63)

Wald

ungedüngt	<u>2145</u>	-	<u>189</u>	-
0-20-20	479	22	33	4.6
20-20-20	603	28	38	3.4

Trockenlandreis (81)

Wald

ungedüngt	<u>1819</u>	-	<u>309</u>	-
20-20-0	392	22	54	5.3
20-20-20	464	26	63	5.1

Sumpfreis (22)

Wald

ungedüngt	<u>2521</u>	-	<u>429</u>	-
20-20-0	538	21	79	7.2
20-20-20	517	21	72	5.7

Yams (90)

Wald

ungedüngt	<u>10125</u>	-	<u>810</u>	-
20-0-20	2538	25	194	21.7
40-0-20	3301	33	248	16.7

Mittwest-Nigeria, Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₦ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Cassava (13)

Wald

ungedüngt	<u>14675</u>	-	<u>294</u>	-
20-20-20	2923	20	43	3.8
40-20-20	3779	26	54	3.4

Erdnüsse (26)

Wald

ungedüngt	<u>1866</u>	-	<u>144</u>	-
0-20-0	337	18	20	4.2
0-20-20	311	17	15	2.6

Baumwolle (21)

Wald

ungedüngt	<u>1513</u>	-		
0-20-0	671	44		n/a
0-40-0	604	40		

Einfache Versuche: Gebietsdurchschnitt der Ergebnisse

Hauptpflanzzeit 1966

Trockenlandreis (7)

Wald

ungedüngt	<u>2052</u>	-	<u>349</u>	-
20-0-0	558	27	88	14.5
0-20-0	726	35	117	20.0
0-0-20	228	11	36	13.4
20-20-0	362	18	49	4.9
20-0-20	572	28	88	10.4

Mittwest-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha) Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha %	Nettoerlös \$ /ha	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	---	----------------------	--

Trockenlandreis

0-20-20	407	20	60	7.6
20-20-20	452	22	61	4.9
40-40-40	691	34	86	3.8

Mittel der Ertragssteigerung von N = +146; P₂O₅ = +147; K₂O = +3

Sumpfreis (6)

Wald

ungedüngt	2575	-	438	-
20-0-0	629	24	100	16.5
0-20-0	444	17	69	12.2
0-0-20	187	7	29	11.0
20-20-0	588	23	87	7.9
20-0-20	496	19	75	9.0
0-20-20	985	38	158	18.5
20-20-20	522	20	73	5.7
40-40-40	677	26	84	3.7

Mittel der Ertragssteigerung von N = +155; P₂O₅ = +307; K₂O = +132

Yams (9)

Wald

ungedüngt	6766	-	541	-
20-0-0	1131	17	84	14.0
0-20-0	1261	19	95	16.3
0-0-20	1931	29	152	53.5
20-20-0	2032	30	150	12.9
20-0-20	1137	17	82	9.7

Mittwest-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₦ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Yams

0-20-20	2082	31	157	18.4
20-20-20	2483	37	183	12.8
40-40-40	2680	40	183	6.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +352; P₂O₅ = +915; K₂O = +802

Cassava (6)

Wald

ungedüngt	10239	-	205	-
20-0-0	2234	22	38	6.9
0-20-0	4302	42	80	13.9
0-0-20	2075	20	39	14.4
20-20-0	2716	27	42	4.3
20-0-20	5001	49	91	10.7
0-20-20	3101	30	53	6.8
20-20-20	5434	53	93	7.0
40-40-40	5912	58	87	3.8

Mittel der Ertragssteigerung von N = +1477; P₂O₅ = +1561; K₂O = +1590

Erdnüsse (9)

Wald

ungedüngt	1452	-	112	-
20-0-0	124	9	3	1.5
0-20-0	218	15	11	2.7
0-0-20	343	24	24	9.1
20-20-0	7	-	-	-
20-0-20	207	14	7	1.7

Mittwest-Nigeria, Einfache Versuche (Fortsetzung)

Gebiet und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Ertragssteigerung		Nettoerlös	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern	kg/ha	%	\$ /ha	
<u>Erdnüsse</u>				
0-20-20	7	-	-	-
20-20-20	210	14	1	1.0
40-40-40	208	14	-15	0.5

Mittel der Ertragssteigerung von N = -5; P₂O₅ = -58; K₂O = +104

Baumwolle (7)

Wald

ungedüngt	<u>475</u>	-	
20-0-0	230	48	
0-20-0	192	40	
0-0-20	119	25	
20-20-0	140	29	n/a
20-0-20	139	29	
0-20-20	322	68	
20-20-20	159	33	
40-40-40	455	96	

Mittel der Ertragssteigerung von N = +9; P₂O₅ = +81; K₂O = +44

Diskussion der Ergebnisse

Im wesentlichen wurden im dritten Jahr des Düngemittelprogramms die Ergebnisse der vorhergehenden Jahre bestätigt. Die Ertragsunterschiede zwischen Westen und Mittwesten wurden im Jahre 1965/66 etwas geringer als 1964/65. Jedoch blieben im allgemeinen die Erträge im Mittwesten niedriger auf Grund der schon früher diskutierten Unterschiede in Boden und Klima.

Die Differenzen in den Erträgen der Savannenzone und der Waldzone in West-Nigeria blieben in den drei Versuchsjahren etwa gleich.

Die einzelnen Ergebnisse sind wie folgt:

a) Demonstrationsversuche:

Wie in den vorhergehenden Jahren waren die Ergebnisse der Maisversuche in der kleinen Pflanzzeit nicht zufriedenstellend.

Sie wurden im folgenden Jahr nicht mehr ausgeführt.

In der Hauptpflanzzeit in West-Nigeria ergaben die Maisversuche mit nur mäßiger Ertragssteigerung zum erstenmal E. A. V. s von 2.8 und 2.4 bei Stickstoffdüngung.

Düngung von 20 N und 20 P_2O_5 erbrachte in der Savannenzone ein E. A. V. von 2.3 bei einer Ertragssteigerung von 48 %.

Im Mittwesten gab die NPK Volldüngung bei Mais eine bessere Ertragssteigerung als PK. Auch der Nettoerlös war höher, obwohl das E. A. V. mit 3.4 niedriger lag als bei der PK Variante.

Eine größere Anzahl von Versuchen mit lokalen Maissorten zeigte in diesem Jahr wirtschaftlich bessere Ergebnisse, weil die Maispreise höher lagen als in den vorangegangenen Jahren.

Obwohl Reis nur mäßige Ertragssteigerungen in West-Nigeria zeigt, so sind die E. A. V. s sehr gut, nämlich 6.6 in der Savanne und 13.6 im Wald.

Im Mittwesten brachte die NPK Düngung bei Trockenlandreis den besten Nettoerlös und ein E. A. V. von 5.1. Sumpfreis reagierte fast gleich auf die NP und NPK Düngung. Die geringen Kosten der NP Düngung ergaben das beste E. A. V. von 7.2.

Die Ertragssteigerungen bei Yams zu N und NK im Westen wie auch im Mittwesten waren nur mäßig. Die Wirtschaftlichkeit der Düngung ist jedoch ausgezeichnet, weil der Preis von Yams sehr hoch liegt. Die wenigen Cassavaversuche ergaben nur in der Waldzone des Mittwestens ein E. A. V. von 3.4, weil die Preise in diesem Gebiet höher sind.

Erdnüsse im Westen und Mittwesten zeigten nur geringe Ertragssteigerungen, jedoch ergab P_2O_5 20 ein gutes E. A. V. von 4.2.

Baumwolle zeigte eine Ertragssteigerung von 44 % im Mittwesten.

b) Einfache Versuche:

In der kleinen Pflanzzeit ergab Mais positive durchschnittliche Ertragssteigerungen bei allen drei Hauptnährstoffen in den Savannenzonen und der Waldzone.

Das gleiche Ergebnis zeigte sich in der Hauptpflanzzeit in der Savannenzone. K war der effektivste Nährstoff. In der Waldzone waren neue geringe positive Ertragssteigerungen bei N und P zu verzeichnen, während K negativ blieb. Trockenlandreis in der Savannenzone West-Nigerias ergab positive Ertragssteigerungen bei allen drei Hauptnährstoffen. Phosphat war am wirksamsten. In der Waldzone wirkte Stickstoff am besten. Im Mittwesten waren N und P ungefähr gleich, während K wenig Effekt zeigte. Bei Sumpfreis im Mittwesten hatte P ungefähr die doppelte Wirkung als N und K.

Bei Yams war der K-Effekt in der Savanne West-Nigerias viermal so groß als der von P, welches wiederum zweimal wirksamer war als N.

In der Waldzone waren N und K etwa gleich. P war in seiner Wirksamkeit etwas geringer. In der Waldzone des Mittelwestens war der Effekt von P und K etwa gleich und zweimal so hoch als von N.

Cassava erbrachte in etwa gleiche Ertragssteigerungen zu allen drei Hauptnährstoffen im Mittwesten.

Baumwolle zeigte positive Ertragssteigerungen zu N, P und K. Phosphat war am wirksamsten.

Generell kann gesagt werden, daß durch die große Anzahl der einfachen Versuche deren Beaufsichtigung nicht im nötigen Umfang durchgeführt wurde. Daher entsprachen manche Ergebnisse nicht den Erwartungen. Der Autor ist der Meinung, daß in vielen Fällen die Ergebnisse der Demonstrationsversuche ein klareres Bild geben, als wenig beaufsichtigte einfache Versuche.

Das Düngemittelprogramm in Nigeria wurde fortgesetzt, nachdem der Autor das Land verlassen hatte. Nach einer Unterbrechung während des Bürgerkrieges ist auch heute noch das FAO-Düngemittelprogramm in Nigeria tätig.

5.2 Sierra Leone 1966/67 bis 1967/68

Demonstrationsversuche: Distriktdurchschnitt der Ergebnisse 1966/67

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	----------------------	--

Trockenlandreis (183)

Rokupr (36)

ungedüngt	<u>782</u>	-	<u>81</u>	-
30-0-0	133	17	4	1.4
30-30-0	313	40	16	2.0

Port Loko (14)

ungedüngt	<u>697</u>	-	<u>72</u>	-
30-0-0	296	42	21	3.2
30-30-0	446	64	30	2.8

Makeni (17)

ungedüngt	<u>646</u>	-	<u>67</u>	-
30-0-0	150	23	6	1.6
30-30-0	415	64	26	2.6

Western Area (12)

ungedüngt	<u>664</u>	-	<u>68</u>	-
30-0-0	189	28	10	2.1
30-30-0	301	45	15	1.9

Yonibana (26)

ungedüngt	<u>819</u>	-	<u>84</u>	-
30-0-0	199	24	11	2.2
30-30-0	220	27	6	1.4

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₹ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Moyamba (13)

ungedüngt	<u>474</u>	-	<u>49</u>	-
30-0-0	51	11	- 4	0.6
30-30-0	112	24	- 5	0.7

Bo (10)

ungedüngt	<u>890</u>	-	<u>52</u>	-
30-0-0	205	23	12	2.2
30-30-0	439	49	29	2.8

Bonthe (9)

ungedüngt	<u>819</u>	-	<u>84</u>	-
30-0-0	64	8	- 3	0.7
30-30-0	97	12	- 6	0.6

Pujehun (18)

ungedüngt	<u>885</u>	-	<u>91</u>	-
30-0-0	174	20	8	1.9
30-30-0	284	32	13	1.8

Kenema (28)

ungedüngt	<u>669</u>	-	<u>69</u>	-
30-0-0	159	24	7	1.7
30-30-0	380	57	23	2.4

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₡ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Sumpfreis (106)</u>				
<u>Port Loko (25)</u>				
ungedüngt	<u>1098</u>	-	<u>113</u>	-
0-30-0	290	26	23	4.3
30-30-0	596	54	45	3.7
<u>Makeni (22)</u>				
ungedüngt	<u>1330</u>	-	<u>137</u>	-
0-30-0	237	18	17	3.5
30-30-0	577	43	43	3.6
<u>Kabala (30)</u>				
ungedüngt	<u>1336</u>	-	<u>138</u>	-
0-30-0	130	10	6	1.9
30-30-0	481	36	33	3.0
<u>Western Area (4)</u>				
ungedüngt	<u>964</u>	-	<u>99</u>	-
0-30-0	332	34	27	4.9
30-30-0	632	66	49	4.0
<u>Yonibana (3)</u>				
ungedüngt	<u>748</u>	-	<u>77</u>	-
0-30-0	538	72	48	8.0
30-30-0	538	72	39	3.4
<u>Moyamba (4)</u>				
ungedüngt	<u>1297</u>	-	<u>136</u>	-
0-30-0	185	14	12	2.7
30-30-0	369	28	22	2.3

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Bonthe (3)

ungedüngt	<u>1141</u>	-	<u>118</u>	-
0-30-0	123	11	6	1.8
30-30-0	238	21	8	1.5

Kenema (15)

ungedüngt	<u>1533</u>	-	<u>158</u>	-
0-30-0	378	25	32	5.6
30-30-0	573	37	43	3.6

Boliland Reis (37)

Makeni (19)

ungedüngt	<u>972</u>	-	<u>100</u>	-
0-40-0	290	30	21	3.2
20-40-0	249	26	10	1.6

Yonibana (18)

ungedüngt	<u>1343</u>	-	<u>138</u>	-
0-40-0	456	34	38	5.1
20-40-0	644	48	51	4.3

Erdnüsse (118)

Rokupr (20)

ungedüngt	<u>783</u>	-	<u>73</u>	-
0-20-0	184	23	12	3.7
0-40-0	213	27	11	2.1

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₡ /ha	E.A.V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Port Loko (15)</u>				
ungedüngt	<u>502</u>	-	<u>47</u>	-
0-20-0	318	63	25	6.4
0-40-0	682	136	54	6.8
<u>Makeni (22)</u>				
ungedüngt	<u>766</u>	-	<u>71</u>	-
0-20-0	214	28	15	4.3
0-40-0	359	47	24	3.6
<u>Kenema (23)</u>				
ungedüngt	<u>706</u>	-	<u>66</u>	-
0-20-0	178	25	12	3.6
0-40-0	339	48	22	3.4
<u>Western Province (9)</u>				
ungedüngt	<u>502</u>	-	<u>47</u>	-
0-20-0	234	47	17	4.7
0-40-0	441	88	32	4.4
<u>Pujehun (7)</u>				
ungedüngt	<u>968</u>	-	<u>90</u>	-
0-20-0	- 3	-	- 5	-0.1
0-40-0	134	14	3	1.3
<u>Moyamba (5)</u>				
ungedüngt	<u>188</u>	-	<u>17</u>	-
0-20-0	207	110	15	4.1
0-40-0	320	170	20	3.2

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Bonthe (2)</u>				
ungedüngt	790	-	73	-
0-20-0	152	19	10	3.0
0-40-0	508	64	38	5.1
<u>Kabala (15)</u>				
ungedüngt	986	-	92	-
0-20-0	246	25	18	4.9
0-40-0	193	20	9	1.9

Diskussion der Ergebnisse

Die Niederschläge in Sierra Leone sind weitaus höher als in Nigeria, wie aus Tabelle 3 auf Seite 13 hervorgeht. Fast die gesamte Regenmenge fällt zwischen April und November. Dazwischen liegt eine sehr stark ausgeprägte Trockenzeit. Infolge der hohen Niederschläge ist Reis die einzige einjährige Kulturpflanze, die mit Erfolg angebaut werden kann. Reis in seinen verschiedenen Typen ist daher die wichtigste Nahrungspflanze Sierra Leones. Fast die gesamte Arbeit des Düngemittelprogramms konzentrierte sich auf die Ertragssteigerung bei Reis, um die Importe durch einheimische Produktion zu ersetzen und eventuell Überschüsse für den Export zu schaffen.

Als weitere Folge der hohen Niederschläge sind die Böden in Sierra Leone sehr stark ausgewaschen und generell wenig fruchtbar. Wenn der Urwald gefällt wird, tritt besonders im bergigen Gelände starke Erosionsgefahr auf. Auf fast allem hochliegenden Land wird Trockenlandreis angebaut. Wie aus den Ergebnissen der Demonstrationsversuche zu ersehen ist, liegen die Erträge extrem niedrig und können durch Düngemittel auch nur in

mäßigem Umfang gesteigert werden.

Wesentlich höher liegen die Reiserträge im Sumpfreisanbau. Durch die hohen Niederschläge gibt es sehr weit verbreitet Inlandsümpfe, die relativ fruchtbar sind. Sie werden mit Hilfe der Regierung immer mehr für den Reisanbau nutzbar gemacht. Chinesische Reisexperten haben gezeigt, daß es möglich ist, mit Hohertragssorten, Düngemitteln und exakter Wasserkontrolle in Sierra Leone Reiserträge zwischen 4000 und 5000 kg/ha zu erzielen. Die im Düngemittelprogramm verwandten Sorten waren meist Langstroh-Indica-Typen, die Verunkrautung und hohe Überflutung besser überstehen als die kurzen Hohertragssorten. Die Trockenlandreis- und Sumpfreisanbauggebiete finden sich in den Vegetationstypen 1 und 5, wie sie auf Seite 14 ff beschrieben sind, und Bodenprovinzen A, F, J, L.

Das sogenannte Boliland oder Rokelgrasland wird während der Regenzeit flach überflutet. Es findet sich in den Bodenprovinzen H und I der Bodenkarte von Sierra Leone. Die Böden sind sandig und sehr sauer (unter pH 4.5). Für diese extremen Standorte mußten spezielle Reissorten eingeführt werden. Die Erträge liegen weit niedriger als bei Sumpfreis. Das Land in der Trockenzeit vollkommen austrocknet, kann der Reisanbau im Boliland mit Hilfe von Regierungstraktoren voll mechanisiert werden und hat sich daher in den letzten Jahren stark ausgeweitet.

Erdnüsse werden besonders in den nördlichen Provinzen des Landes angebaut, oder in den trockeneren Monaten des Jahres im Süden und Osten. Die erzielten Erträge lassen sich mit denen in anderen Ländern Afrikas vergleichen. Die Hauptanbauggebiete liegen in den Bodenprovinzen K und N. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Demonstrationsversuche gab folgendes Bild:

Die Düngungsvarianten bei Trockenlandreis waren 30 kg/ha N und 30 kg/ha N plus 30 kg/ha P_2O_5 . NP ergab Ertragssteigerungen von 12 bis 64 %. In sieben Distrikten gab diese Variante die besten wirtschaftlichen Ergebnisse. In zwei Distrikten war das wirtschaftliche Ergebnis negativ und nur margi-

nal in zwei anderen.

Im Yonibana Distrikt gab nur Stickstoff das beste E.A.V. von 2.2.

Bei Sumpfreis gab NP auch die höchsten Ertragssteigerungen. Sie lagen zwischen 21 und 72 %. In sieben von acht Distrikten zeigte diese Variante auch das beste wirtschaftliche Ergebnis. Das E.A.V. war überall höher als 3 mit der Ausnahme von Moyamba und Bonthe. In einem Distrikt, Yonibana, war nur Phosphat am besten, mit einer E.A.V. von 8.

Die Ergebnisse der Reisversuche im Boliland ergaben mäßige bis gute Ertragssteigerungen zu 40 kg/ha P_2O_5 und einer zweiten Variante von 20 kg/ha N und 40 kg/ha P_2O_5 . Nur Phosphat war besser in Makeni und N plus P in Yonibana. Das E.A.V. war 3.2 bzw. 4.3.

Erdnußversuche hatten die beiden Varianten 20 kg/ha P_2O_5 und 40 kg/ha P_2O_5 . Mit der Ausnahme von Kabala gab 40 kg/ha P_2O_5 die besseren Ergebnisse. Die niedrigste Ertragssteigerung von 14 % war im Pujehun Distrikt zu verzeichnen, die nur ein E.A.V. von 1.3 ergab.

In den meisten anderen Distrikten war das E.A.V. höher als 4.0.

Demonstrationsversuche: Distriktdurchschnitt der Ergebnisse 1967/68

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	Ertragssteigerung %	Nettoerlös \$/ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Trockenlandreis (191)</u>				
<u>Yonibana (12)</u>				
ungedüngt	<u>1094</u>	-	<u>95</u>	-
0-20-0	176	16	11	3.5
20-20-0	285	26	15	2.6
<u>Western Area (19)</u>				
ungedüngt	<u>834</u>	-	<u>73</u>	-
0-20-0	365	44	27	7.2
20-20-0	593	71	42	5.3
<u>Makeni (31)</u>				
ungedüngt	<u>1070</u>	-	<u>93</u>	-
0-20-0	287	27	21	5.7
20-20-0	644	60	46	5.8
<u>Port Loko (31)</u>				
ungedüngt	<u>888</u>	-	<u>77</u>	-
0-20-0	323	36	24	6.4
20-20-0	630	71	45	5.7
<u>Rokupr (12)</u>				
ungedüngt	<u>1603</u>	-	<u>139</u>	-
0-20-0	910	57	75	18.5
20-20-0	1244	78	99	11.2

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$/ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	---------------------	--

Moyamba (15)

ungedüngt	<u>1273</u>	-	<u>111</u>	-
0-20-0	423	33	32	8.3
20-20-0	836	66	63	7.5

Bo und Pujehun (31)

ungedüngt	<u>1215</u>	-	<u>106</u>	-
0-20-0	225	19	15	4.4
20-20-0	564	46	39	5.1

Kenema (35)

ungedüngt	<u>1324</u>	-	<u>115</u>	-
0-20-0	333	25	25	6.6
20-20-0	697	53	51	6.3

Bonthe (5)

ungedüngt	<u>1235</u>	-	<u>107</u>	-
0-20-0	209	17	14	4.1
20-20-0	398	32	25	3.6

Sumpfreis (83)

Kenema (43)

ungedüngt	<u>2088</u>	-	<u>182</u>	-
0-30-0	478	23	35	6.3
30-30-0	798	38	55	4.8

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Western Area (8)</u>				
ungedüngt	<u>1673</u>	-	<u>146</u>	-
0-30-0	600	36	46	7.9
30-30-0	839	50	58	5.0
<u>Moyamba (11)</u>				
ungedüngt	<u>2243</u>	-	<u>195</u>	-
0-30-0	550	25	41	7.2
30-30-0	911	41	65	5.4
<u>Port Loko (15)</u>				
ungedüngt	<u>1045</u>	-	<u>91</u>	-
0-30-0	354	34	24	4.7
30-30-0	639	61	41	3.8
<u>Bo und Pujehun (3)</u>				
ungedüngt	<u>2077</u>	-	<u>181</u>	-
0-30-0	1477	71	122	19.4
30-30-0	1439	69	111	8.6
<u>Makeni (3)</u>				
ungedüngt	<u>2057</u>	-	<u>179</u>	-
0-30-0	65	3	- 1	0.9
30-30-0	226	11	5	1.4

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₡ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Boliland-Reis (24)

Yonibana (6)

ungedüngt	<u>1351</u>	-	<u>118</u>	-
0-40-0	529	39	37	5.2
20-40-0	924	68	66	5.7

Makeni (18)

ungedüngt	<u>994</u>	-	<u>86</u>	-
0-40-0	361	36	23	3.6
20-40-0	582	59	37	3.6

Erdnüsse (119)

Port Loko (7)

ungedüngt	<u>602</u>	-	<u>48</u>	-
0-20-0	223	37	13	4.0
0-40-0	762	127	51	6.8

Western Area (15)

ungedüngt	<u>937</u>	-	<u>74</u>	-
0-20-0	123	13	5	2.2
0-40-0	297	32	15	2.7

Kenema (21)

ungedüngt	<u>832</u>	-	<u>66</u>	-
0-20-0	308	37	20	5.5
0-40-0	696	84	46	6.2

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Distrikt und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ / ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Yonibana (6)</u>				
ungedüngt	<u>1011</u>	-	<u>80</u>	-
0-20-0	81	8	2	1.5
0-40-0	307	30	15	2.7
<u>Moyamba (15)</u>				
ungedüngt	<u>461</u>	-	<u>36</u>	-
0-20-0	253	55	16	4.5
0-40-0	506	110	31	4.5
<u>Makeni (23)</u>				
ungedüngt	<u>767</u>	-	<u>61</u>	-
0-20-0	179	33	10	3.2
0-40-0	401	52	23	3.6
<u>Bo (12)</u>				
ungedüngt	<u>425</u>	-	<u>34</u>	-
0-20-0	79	19	2	1.4
0-40-0	142	33	2	1.3
<u>Pujehun (8)</u>				
ungedüngt	<u>479</u>	-	<u>38</u>	-
0-20-0	158	33	8	2.8
0-40-0	319	67	16	2.9
<u>Bonthe (12)</u>				
ungedüngt	<u>730</u>	-	<u>58</u>	-
0-20-0	86	12	2	1.5
0-40-0	216	30	8	1.9

Diskussion der Ergebnisse

Im Jahre 1967/68 wurden insgesamt 417 Versuchsergebnisse in Sierra Leone von den Feldberatern berichtet. Davon waren 298 Ergebnisse von Versuchen mit den verschiedenen Reistypen und 119 von Erdnußversuchen.

Die Düngungsvarianten, die in den Reisanbaugebieten (Trockenland, Sumpf und Boliland) angewendet wurden, waren nur Phosphat und Stickstoff plus Phosphat in unterschiedlichen Kombinationen, nämlich 20-20-0 für Trockenlandreis, 30-30-0 für Sumpfreis und 20-40-0 für Bolilandreis. Trockenlandreis brachte Ertragssteigerungen von 26 bis 76 % und das E.A.V. variierte von 2.6 bis 11.2.

Die Düngung 20 kg/ha Stickstoff und 20 kg/ha Phosphat gab weit bessere wirtschaftliche Ergebnisse als 30-30-0 im Vorjahr. Dies bestätigten Versuchsergebnisse aus früheren Jahren.

In den Sumpfreisversuchen ergaben sich Erträge der ungedüngten Parzelle von 1000 bis über 2000 kg/ha. Die Ertragssteigerungen gingen von 38 bis 69 % in den fünf besten Distrikten mit E.A.V.s von 3.8 bis 8.6. Nur im Makeni Distrikt ließen die Versuchsergebnisse zu wünschen übrig.

Das sogenannte Boliland ist eine natürlich überflutete Fläche mit sehr sauren sandigen Böden (siehe auch Beschreibung des Arbeitsgebietes).

Die Erträge der ungedüngten Parzellen sind daher nicht höher als bei Trockenlandreis. Sie variierten von 994 kg/ha bis 1351 kg/ha.

Die NP Düngung brachte gute Ertragssteigerungen von 59 bis 68 % mit E.A.V.s von 3.6 bis 5.7.

Zu Erdnüssen wurden zwei Varianten von 20 kg/ha P_2O_5 und 40 kg/ha P_2O_5 verwendet. Wie im Vorjahr ergab die höhere Düngergabe die besseren Ergebnisse. Die Erträge der ungedüngten Parzellen schwankten stark in den einzelnen Distrikten von 425 kg/ha in Bo bis zu 1011 kg/ha in Yoni-bana.

In den anderen Distrikten variierten die Erträge von "ungedüngt" zwischen 461 und 937 kg/ha, die Ertragssteigerungen von 30 bis 127 % und das E.A.V. von 1.9 bis 6.8.

Allgemein kann man sagen, daß unter den gegebenen natürlichen Klima- und Bodenbedingungen und den Preisverhältnissen für landwirtschaftliche Produkte die Anwendung von Düngemitteln sehr wirtschaftlich ist. Das Düngemittelprogramm wurde in Sierra Leone, nachdem der Autor das Land verlassen hatte, bis 1972 fortgesetzt.

Vergleichende Versuche mit Thomasphosphat und Superphosphat

Anfang der sechziger Jahre wurde in sehr einfachen Versuchen in Sierra Leone festgestellt, daß Thomasphosphat bei Reis bessere Ertragssteigerungen brachte als Superphosphat. Um diese Beobachtungen zu bestätigen, wurden im Jahre 1967/68 vergleichende Versuche mit Thomasphosphat und Superphosphat in verschiedenen Provinzen Sierra Leones angelegt.

Die Versuche wurden mit 4 Wiederholungen faktoriell ausgelegt. Drei verschiedene Gaben von P_2O_5 (0, 20, 40 lb/acre) in zwei Formen (Thomasphosphat und Superphosphat) wurden mit zwei Gaben Stickstoff (N_0 , N_{40} lb/acre) kombiniert. In den Erdnußversuchen wurde N_{40} durch 40 lb/acre K_2O ersetzt. Die Höhe der Düngergaben entsprach der in Sierra Leone üblichen Düngung zu Reis. Die Düngemittel wurden vor der Aussaat in den Boden eingearbeitet.

Versuch Nr. 1 Sumpfreis, Gartenbaustation Kabala

Sorte: Faya

Boden: schwerer schwarzer Sumpfboden

Erträge in pounds/acre lufttrockener Paddyreis in der Spelze

	P_S - Superphosphat			P_t - Thomasphosphat		
	P_0	P_S 20	P_S 40	P_t 20	P_t 40	Mittel
N_0	2309	2422	2400	2930	2118	2436
N_{40}	2139	2683	2612	3071	2365	2574
Mittel	2224	2553	2506	3001	2242	2505

G.D. 5 % P 697 lb/acre
 G.D. 5 % N 430 lb/acre
 G.D. 5 % N/P 961 lb/acre

Diskussion der Ergebnisse

Wie in allen anderen Versuchen brachte die Variante $N_{40}P_{t20}$ den höchsten Ertrag. Das Ergebnis war signifikant. Während der ganzen Vegetationsperiode sah der Reis in den Parzellen mit Thomasphosphat gesünder und grüner aus als in den Parzellen mit Superphosphat. Bei der Errechnung der Wirtschaftlichkeit der Düngung ergab sich ein E.A.V. von 4.4 für die Variante $N_{40}P_{t20}$.

Versuch Nr. 2 Sumpfreis, Versuchsstation Makeni

Sorte: RH₂ Boden: sandiger Lehm mit etwas Kies

Erträge in pounds/acre lufttrockener Paddyreis in der Spelze

	P _S - Superphosphat			P _t - Thomasphosphat		
	P ₀	P _{S 20}	P _{S 40}	P _{t 20}	P _{t 40}	Mittel
N ₀	1647	2539	2103	2708	2298	2259
N ₄₀	2298	1973	2689	2819	2168	2389
Mittel	1972	2256	2396	2764	2233	2324

G.D. 5 % P 617 lb/acre
 G.D. 5 % N 387 lb/acre
 G.D. 5 % N/P 865 lb/acre

Diskussion der Ergebnisse

Auch in diesem Versuch war $N_{40}P_{t20}$ besser als alle anderen Düngergaben. Die hohen prozentualen Ertragssteigerungen von 71.1 % über ungedüngt bestätigen die Düngerdankbarkeit der Sorte RH₂. Das E.A.V. für $N_{40}P_{t20}$ war 6.8, was auf die gute Wirtschaftlichkeit der Düngieranwendung

schließen läßt.

Versuch Nr. 3 Trockenlandreis, Versuchsstation Moyamba

Sorte: Filiwai (lokal) Boden: sandiger Lehm mit gutem Gehalt an
organischer Substanz im Oberboden

Erträge in pounds/acre lufttrockener Paddyreis in der Spelze

	P _S - Superphosphat			P _t - Thomasphosphat		
	P ₀	P _S 20	P _S 40	P _t 20	P _t 40	Mittel
N ₀	1620	1865	2002	1729	1866	1816
N ₄₀	2002	1893	2075	2093	1911	1995
Mittel	1811	1879	2039	1911	1889	1906

G.D. 5 % P 306 lb/acre

G.D. 5 % N 194 lb/acre

G.D. 5 % N/P 432 lb/acre

Diskussion der Ergebnisse

Dieser Versuch gab verhältnismäßig hohe Erträge bei einer lokalen Trockenlandreissorte. Wieder gab N₄₀P_t 20 absolut den höchsten Ertrag, jedoch waren die prozentualen Ertragssteigerungen nicht so hoch wie bei Sumpfreis. Auch in diesem Versuch, wie in allen anderen, war der Reis in den Parzellen mit Thomasphosphat gesünder. Das E.A.V. lag für N₄₀P_t 20 bei 2.7.

Versuch Nr. 4 Erdnüsse, Njala Versuchsstation

Sorte: lokal Boden: sandiger Lehm

Erträge in pounds/acre gewaschene, lufttrockene Nüsse in der Schale

P_S - Superphosphat

P_t - Thomasphosphat

	P_0	$P_{S\ 20}$	$P_{S\ 40}$	$P_{t\ 20}$	$P_{t\ 40}$	Mittel
K_0	1571	1510	1765	1776	1870	1698
K_{40}	1637	1543	1693	1709	1748	1666
Mittel	1604	1527	1729	1743	1809	1682

G. D. 5 % P 222 lb/acre

G. D. 5 % K 141 lb/acre

G. D. 5 % K/P 315 lb/acre

Diskussion der Ergebnisse

Die Erträge in diesem Versuch waren hoch und die prozentuale Ertragssteigerung über ungedüngt gering. Den besten Ertrag gab $P_{t\ 40}$. Kali verursachte eine leichte Ertragsdepression, was Ergebnisse aus früheren Jahren der Njala Versuchsstation bestätigt. $P_{t\ 40}$ ergab ein E. A. V. von 2.9.

Zusammenfassung:

Die vergleichenden Versuche mit Superphosphat und Thomasphosphat bestätigten Beobachtungen aus früheren Jahren. Unter den verschiedensten Boden- und Klimabedingungen und mit mehreren Reissorten und Reistypen gab Thomasphosphat bessere Erträge als Superphosphat. Es bestand eine gute Zwischenwirkung von Stickstoff und Thomasphosphat. Alle Parzellen mit Stickstoff und Thomasphosphat waren dunkelgrün und gesund, während die Parzellen mit Superphosphat und Stickstoff oft eine gelbliche Färbung zeigten. Da der pH in allen Versuchsfeldern unter 5 lag, ist es möglich, daß das Thomasphosphat vorhandenes toxisch wirkendes freies Aluminium und Eisen neutralisiert.

5.3 Kenia 1968/69 bis 1969/70

Demonstrationsversuche: Provinzdurchschnitt der Ergebnisse 1968/69

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$/ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Mais (223)</u>				
<u>West Provinz (68)</u>				
ungedüngt	3730	-	144	-
0-60-0	1022	27	24	2.5
60-60-0	1960	53	44	2.4
<u>Nyanza Provinz (31)</u>				
ungedüngt	3347	-	129	-
0-60-0	809	24	14	1.8
60-60-0	1808	54	37	2.1
<u>Rift Valley Provinz (56)</u>				
ungedüngt (49)	4291	-	166	-
0-60-0	940	22	21	2.3
60-60-0	1643	38	32	2.0
ungedüngt (3)	3178	-	123	-
0-40-0	274	9	-	1.0
40-40-0	1490	47	37	2.8
<u>Zentral-Provinz (32)</u>				
ungedüngt	3637	-	140	-
0-40-0	477	13	8	1.8
40-40-0	1232	34	27	2.3

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
--	----------------------------	---	----------------------	--

Ost Provinz (26)

ungedüngt	<u>3101</u>	-	<u>120</u>	-
0-40-0	989	32	28	3.7
40-40-0	1195	39	25	2.2

Küsten Provinz (10)

ungedüngt	<u>2601</u>	-	<u>100</u>	-
0-60-0	645	25	9	1.6
60-60-0	1348	52	21	1.7

Katumani-Mais (28)

Ost Provinz

ungedüngt	<u>2566</u>	-	<u>99</u>	-
0-40-0	455	18	8	1.7

Hybridmais (6)

Ost Provinz

ungedüngt	<u>3291</u>	-	<u>127</u>	-
0-40-0	806	24	21	3.0
40-40-0	1847	56	51	3.4

Erdnüsse (37)

West Provinz (15)

ungedüngt	<u>832</u>	-	<u>135</u>	-
0-40-0	250	30	30	3.9
0-40-40	407	49	49	3.8

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben $N-P_2O_5-K_2O$ Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
--	----------------------------	---	----------------------	--

Nyanza Provinz (22)

ungedüngt	<u>959</u>	-	<u>205</u>	-
0-40-0	343	36	62	6.6
0-40-40	477	50	84	5.5

Sojabohnen (20)

West Provinz

ungedüngt	<u>992</u>	-	<u>92</u>	-
0-40-0	315	32	9	2.8
0-40-40	301	30	11	1.6

Kartoffeln (18)

Rift Valley Provinz (7)

ungedüngt	<u>8173</u>	-	<u>209</u>	-
60-60-0	795	10	-11	0.7
60-60-60	2789	34	30	1.7

Zentral Provinz (6)

ungedüngt	<u>7318</u>	-	<u>187</u>	-
60-60-0	3890	53	68	3.2
60-60-60	4693	64	79	2.9

Ost Provinz (5)

ungedüngt	<u>8017</u>	-	<u>205</u>	-
60-60-0	5038	63	98	4.4
60-60-60	6233	78	118	4.0

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ / ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Bohnen (15)

Zentral Provinz (6)

ungedüngt	<u>838</u>	-	<u>65</u>	-
0-40-0	222	26	7	1.7
0-40-40	417	50	15	1.9

Ost Provinz (9)

ungedüngt	<u>964</u>	-	<u>74</u>	-
0-40-0	110	11	- 2	0.8
0-40-40	213	22	- 1	1.0

Sorghumhirse (20)

West Provinz (9)

ungedüngt	<u>1281</u>	-	<u>40</u>	-
0-40-0	716	56	12	2.1
40-40-0	907	71	7	1.4

Ost Provinz (11)

ungedüngt (10)	<u>2042</u>	-	<u>63</u>	-
0-40-0	345	17	-	1.0
40-40-0	545	27	- 4	0.8
ungedüngt (1)	<u>1405</u>	-	<u>43</u>	-
0-40-0	1096	78	23	3.3

Kenia, Einfache Versuche: Provinzdurchschnitt der Ergebnisse 1968/69

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös ₡ / ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
--	----------------------------	---	----------------------	--

Erdnüsse (8)

West Provinz

ungedüngt	1277	-	273	-
40-0-0	85	7	8	1.8
0-40-0	329	26	62	8.0
0-0-40	103	8	16	3.5
40-40-0	97	8	2	1.1
40-0-40	158	12	17	2.1
0-40-40	585	46	110	8.3
40-40-40	347	27	49	2.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = -83; P₂O₅ = +253; K₂O = +171

Bohnen (8)

West Provinz (4)

Sorte: Mexican 142

ungedüngt	1015	-	110	-
40-0-0	40	4	6	0.4
0-40-0	108	11	3	1.3
0-0-40	172	17	12	3.0
40-40-0	8	1	-18	-
40-0-40	222	22	7	1.5
0-40-40	222	22	9	1.6
40-40-40	513	51	30	2.2

Mittel der Ertragssteigerung von N = +70; P₂O₅ = +104; K₂O = +243

Einfache Versuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ - K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ / ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
---	----------------------------	---	-----------------------	--

Ost Provinz (4)

Sorte: Mwezi Moja

ungedüngt	<u>1336</u>	-	<u>144</u>	-
40-0-0	- 63	- 5	-17	-
0-40-0	-	-	-	-
0-0-40	- 76	- 6	-14	-
40-40-0	219	16	5	1.2
40-0-40	219	16	7	1.4
0-40-40	51	4	-10	0.4
40-40-40	265	20	3	1.1

Mittel der Ertragssteigerung von N = +166; P₂O₅ = +114; K₂O = +76

Sojabohnen (8)

West Provinz

ungedüngt	<u>1094</u>	-	<u>102</u>	-
40-0-0	67	6	- 4	0.6
0-40-0	91	8	-	-
0-0-40	84	7	2	1.2
40-40-0	262	24	5	1.3
40-0-40	54	5	-11	0.3
0-40-40	359	33	18	2.2
40-40-40	256	23	- 1	0.9

Mittel der Ertragssteigerung von N = +26; P₂O₅ = +191; K₂O = +83

Diskussion der Ergebnisse

Tabelle 14 enthält die durchschnittlichen Analysenwerte von Bodenproben, die im Jahre 1969 im Rahmen des FAO-Düngemittelprogramms in Kenia genommen worden sind. Die Proben wurden in den National Agricultural Laboratories in Nairobi analysiert. Die folgenden Methoden wurden verwandt:

Der pH-Wert wurde im Wasser gemessen, K und Ca flammphotometrisch. Magnesium wurde colorimetrisch nach einer von Mehlich (1955) entwickelten Methode festgestellt. P wurde colorimetrisch nach der Ammonium-molybdat-Ammoniumvanadat-Methode von Kitson und Mellon (1944) bestimmt. N wurde nach der bekannten Kjeldahl-Methode ermittelt. Der organische Kohlenstoff (C) wurde colorimetrisch nach der Barkoff-Methode (1954), die von J. M. Northmore modifiziert wurde, bestimmt.

Da in der vorliegenden Arbeit nicht alle 268 Einzelwerte der Bodenanalysen aufgeführt werden konnten, wurden Mittelwerte für die sechs Provinzen errechnet und die Variationsbreite angegeben. Dabei sollte bedacht werden, daß auch innerhalb einer Provinz starke Schwankungen in der Höhenlage, in Regenfall und Temperatur sowohl als auch in den geologischen Formationen zu verzeichnen sind. Die Werte der Tabelle sind daher nur als Orientierungswerte zu betrachten.

Allgemein kann gesagt werden, daß die Böden umso saurer werden, je höher sie liegen. Teile der Ostprovinz wie Kitui Distrikt und die niedriger gelegenen Teile von Embu, Meru und Machakos Distrikt haben in etwa 1000 m Höhe bei 600 - 750 mm Regenfall oft pH-Werte zwischen 7 und 7.5 zu verzeichnen. Das gleiche gilt für die Kanoebene in Nyanza Provinz. Dagegen hat die benachbarte Westprovinz in Höhenlagen um 2000 m Böden mit teilweise sehr niedrigen pH-Werten (4.0 - 4.5).

Die Kaliversorgung der Böden schwankt stark, ist jedoch meist genügend für alle Körnerfrüchte. Ertragssteigerungen wurden bei Hülsenfrüchten, wie Bohnen und Erdnüssen, auf länger genutztem Land festgestellt. Das

Tabelle 14 Durchschnittliche Werte der Bodenanalyse in Kenia

Provinz	Anzahl der Proben	p.H.	K m.e. %	Ca m.e. %	Mg m.e. %	P p.p.m.	N %	C %
West	Ø	5.0	0.35	5.8	1.6	17	0.18	1.74
	Var.	4.0-5.9	0.10-0.59	0.6-17.2	0.6-3.0	9 - 53	0.09-0.36	0.88-2.91
Nyanza	Ø	6.0	0.65	10.8	2.7	40	0.17	2.74
	Var.	4.9-7.3	0.11-1.70	0.2-44.0	0.8-8.0	9 - 190	0.06-0.32	0.58-3.08
Rift Valley	Ø	5.6	0.83	6.1	2.8	27	0.33	2.55
	Var.	4.8-7.1	0.12-1.56	0.4-22.5	1.2-6.2	4 - 176	0.12-0.80	0.95-5.47
Zentral	Ø	5.5	0.76	7.0	2.9	42	0.30	2.05
	Var.	4.6-6.3	0.10-1.16	0.2-13.8	0.9-4.6	11- 116	0.21-0.52	1.59-2.65
Ost	Ø	6.1	0.55	6.9	2.5	35	0.10	0.81
	Var.	5.5-7.9	0.04-1.23	0.6-47.0	0.4-9.2	8 - 66	0.04-0.19	0.35-1.73
Küste (Taita)	Ø	5.5	0.38	1.3	1.5	16	0.28	2.48
	Var.	4.8-7.0	0.22-1.08	0.4-4.4	0.4-2.7	6 - 40	0.09-0.45	0.66-3.77
Gesamt	268							

Ø = Durchschnitt aller Bodenproben

Var. = Variationsbreite

gleiche gilt für Kartoffeln. Auf frisch umgebrochenem Land konnte keine K-Wirkung verzeichnet werden.

Kalzium- und Magnesiumwerte variieren stark in allen Provinzen. Aber nur in der Küstenprovinz wurden bei Erdnüssen leere Hülsen festgestellt, was ein Zeichen von Kalziummangel ist. Diese Erscheinung trat aber nur auf den roten Böden des Küstenhinterlandes auf. Phosphatmangelerscheinungen sind auf fast allen Böden Kenias festzustellen. Eine Ausnahme bilden hier die Küstensande, die sich auf Korallengestein entwickelt haben. Diese haben einen sehr hohen Phosphatgehalt. Ferner muß weiterhin zwischen den Rotlehmen und Roterden (Latosols) vulkanischen Ursprungs und den grauen bis schwarzen Tonböden (Grumosols) des Black-Cotton-Gebietes unterschieden werden. Alle roten und rotbraunen Böden haben einen geringeren P-Gehalt als die schwarzen oder grauen Böden. Beste Beispiele ergeben sich in dieser Hinsicht bei den roten Böden in der Westprovinz, im Taita Distrikt und Shimbahill Distrikt der Küstenprovinz. Schwarze Böden mit höherem P-Gehalt findet man in der Nyanzaprovinz um den Victoriasee herum und in der Rift Valley Provinz. Auch in den Grenzgebieten der Zentral Provinz zum Rift Valley hin sind diese Böden festzustellen. Sonst findet man in der Zentral Provinz und in der Ostprovinz sehr tiefgründige rote Lehme (Kikuyu loam).

Stickstoff wirkt auf den roten und rotbraunen Böden Kenias nur in Verbindung mit Phosphat, hat dann aber sehr gute ertragssteigernde Wirkung. Auf den Korallensanden des Küstenstreifens wird meistens nur N zu den meisten Pflanzen empfohlen, da genügend P im Boden vorhanden ist. Auch auf den schwarzen und grauen Tonböden wirkt N besser als P, jedoch ist meist ein gutes Zusammenwirken von N und P zu verzeichnen.

Im einzelnen ergaben sich die folgenden Versuchsergebnisse:

a) Demonstrationsversuche:

Während der Hauptpflanzzeit 1968/69 herrschte Trockenheit in vielen Gebieten von Kenia. Besonders wurden die Versuche in der Zentral-, Ost- und Rift Valley-Provinz beeinträchtigt. Eine große Anzahl von Bohnen- und Kartoffelversuchen vertrocknete vollkommen. Die Erträge der anderen Versuche wurden durch die Trockenheit nachteilig beeinflusst.

Bei allen Maisversuchen war die NP Düngung der Variante mit nur Phosphat überlegen. Da der Maispreis in Kenia in diesem Jahr nicht sehr hoch war, liegen die E.A.V.s alle um 2. Jedoch der Nettoerlös war meist zufriedenstellend.

Für Erdnüsse wurden die Varianten P und PK verwandt, beide in einer Höhe von 40 kg/ha P_2O_5 bzw. K_2O . Die PK Variante ergab in beiden Provinzen eine Ertragssteigerung von 50 %. Der Nettoerlös war \$ 47/ha mit einem E.A.V. von 3.8 in der West Provinz und \$ 84/ha mit einem E.A.V. von 5.5 in der Nyanza Provinz.

Dieselben Varianten wie für Erdnüsse wurden auch für Sojabohnen in der West Provinz verwandt. Bei dieser Fruchtart brachte nur P ein besseres Ergebnis als P plus K.

NP und NPK in allen Fällen 60 kg/ha wurde für Kartoffeln gegeben. NPK ergab die besten Ergebnisse in allen Provinzen. In der Rift Valley Provinz war das wirtschaftliche Ergebnis schlecht, weil alle Versuche unter der Trockenheit gelitten haben.

Bohnen ergaben in der Zentral Provinz einen Nettoerlös von \$ 15/ha und ein E.A.V. von 1.9 zu P und K in einer Höhe von jeweils 40 kg/ha. Nur Phosphat und alle Varianten in der Ost Provinz zeigten negative Ergebnisse infolge der Trockenheit.

Bei Sorghumhirse ergab nur Phosphat die besten wirtschaftlichen Ergebnisse. Der Nettoerlös war \$ 12 bzw. £ 23 und das E.A.V. 2.1 bzw. 3.3 in der West- und der Zentral Provinz.

b) Einfache Versuche:

In allen einfachen Versuchen, die in der Pflanzzeit 1968/69 ausgelegt wurden, wurde N, P_2O_5 und K_2O in einer Höhe von 40 kg/ha gegeben.

Bei den Erdnußversuchen brachte Phosphat die höchste durchschnittliche Ertragssteigerung, gefolgt von Kali. Stickstoff war negativ. Die beste Variante war PK mit einer Ertragssteigerung von 46 %, einem Nettoerlös von \$ 110/ha und einem E. A. V. von 8.3.

Fast die gleichen Ergebnisse werden mit Sojabohnen erzielt. Auch hier war die beste Variante PK mit einer Ertragssteigerung von 33 %, einem Nettoerlös von \$ 18/ha und einem E. A. V. von 2.2. Die wirtschaftlichen Ergebnisse der anderen Varianten waren entweder negativ oder nur sehr gering.

Wie zu erwarten war, war der Erfolg des Düngungsversuches mit der lokalen Bohnensorte Mwezi Moja negativ. Stickstoff ergab die höchste mittlere Ertragssteigerung, gefolgt von P_2O_5 und K_2O . Die NPK Variante brachte den höchsten Ertrag, aber die wirtschaftlichen Ergebnisse aller Varianten waren sehr gering. Besser war in der West Provinz ein Versuch mit der mexikanischen Sorte 142. Auch hier war die beste Variante NPK, die eine Ertragssteigerung von 50 %, einen Nettoerlös von \$ 30/ha und ein E. A. V. von 2.2 ergab.

Aus den Ergebnissen des ersten Versuchsjahres läßt sich erkennen, daß die PK Variante für Erdnüsse und Sojabohnen am besten ist. Bohnen haben jedoch ein geringeres Stickstofffixierungsvermögen und sind wahrscheinlich dankbar für eine mäßige Stickstoffdüngung.

Kenia

Demonstrationsversuche: Provinzdurchschnitt der Ergebnisse 1969/70

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha		Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern		%		

Hybridmais (469)

West-Provinz (157)

ungedüngt	<u>3206</u>	-	<u>151</u>	-
0-60-0	958	30	32	3.4
60-60-0	1844	58	59	3.1

Nyanza Provinz (77)

ungedüngt	<u>2800</u>	-	<u>132</u>	-
0-60-0	934	33	31	3.3
60-60-0	1925	69	63	3.3

Rift Valley Provinz (124)

ungedüngt	<u>3641</u>	-	<u>171</u>	-
0-60-0	880	24	28	3.1
60-60-0	1894	52	61	3.2

ungedüngt (14)

ungedüngt (14)	<u>2570</u>	-	<u>121</u>	-
0-40-0	607	24	19	2.9
40-40-0	970	38	25	2.2

Ost Provinz (33)

ungedüngt	<u>2416</u>	-	<u>114</u>	-
0-40-0	965	40	36	4.6
40-40-0	1527	63	51	3.4

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Zentral Provinz (61)</u>				
ungedüngt	3170	-	149	-
0-40-0	743	23	25	3,6
40-40-0	1567	49	53	3,5
<u>Küsten Provinz (10)</u>				
ungedüngt	1483	-	70	-
0-40-0	284	19	4	1,4
40-40-0	925	62	23	2,1
<u>Nairobi Distrikt (7)</u>				
ungedüngt	3803	-	179	-
0-40-0	569	15	17	2,7
40-40-0	774	20	15	1,7
<u>Küsten Provinz (15)</u>				
<u>Taita Distrikt</u>				
ungedüngt	2489	-	117	-
0-60-0	1100	44	38	3,9
60-60-0	1437	58	40	2,4
<u>Katumani Mais (94)</u>				
<u>Ost Provinz (89)</u>				
ungedüngt	2029	-	95	-
0-40-0	568	28	17	2,7
40-40-0	1262	62	38	2,8

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Küsten Provinz (5)

ungedüngt	1904	-	90	-
0-40-0	332	17	6	1.6
40-40-0	193	10	-12	0.4

Sorghumhirse (5)

Ost Provinz

ungedüngt	1494	-	52	-
0-40-0	731	49	16	2.6
40-40-0	1281	86	24	2.1

Erdnüsse (94)

West Provinz (34)

Sorte: Uganda Bunch

ungedüngt	914	-	128	-
0-40-0	207	23	20	3.2
0-40-40	368	40	38	3.7

Nyanza Provinz (54)

Sorte: Homa Bay

ungedüngt	936	-	205	-
0-40-0	293	31	55	7.1
0-40-40	409	44	76	6.4

Küsten Provinz (6)

Sorte: Uganda Bunch

ungedüngt	721	-	101	-
0-40-0	89	12	3	1.3
0-40-40	672	93	79	6.2

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$/ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
<u>Sojabohnen (22)</u>				
<u>West Provinz</u>				
ungedüngt	837	-	78	-
0-40-0	146	17	5	1.5
0-40-40	224	27	7	1.5
<u>Kartoffeln (68)</u>				
<u>Rift Valley Provinz (11)</u>				
ungedüngt	8168	-	212	-
60-60-0	3020	37	47	2.5
60-60-60	4934	60	88	3.2
<u>Ost Provinz (12)</u>				
ungedüngt	6769	-	176	-
60-60-0	3152	47	51	2.6
60-60-60	3534	52	52	2.3
<u>Zentral Provinz (40)</u>				
ungedüngt	8659	-	225	-
60-60-0	3245	38	53	2.7
60-60-60	5703	66	108	3.7
<u>Küsten Provinz (4)</u>				
ungedüngt	6371	-	166	-
60-60-0	3267	51	63	2.7
60-60-60	3325	52	47	2.2

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Nairobi Distrikt (1)

ungedüngt	<u>3779</u>	-	<u>98</u>	-
60-60-0	2268	60	28	1.9
60-60-60	756	20	-20	0.5

Bohnen (28)

Ost Provinz

Sorte: Mwezi Moja

ungedüngt	<u>931</u>	-	<u>75</u>	-
0-40-0	135	15	1	1.1
0-40-40	324	35	11	1.7

Zentral Provinz (13)

Sorte: Canadian Wonder

ungedüngt	<u>844</u>	-	<u>71</u>	-
0-40-0	276	33	13	2.4
0-40-40	511	61	28	2.8

Nairobi Distrikt (3)

Sorte: Canadian Wonder

ungedüngt	<u>883</u>	-	<u>74</u>	-
0-40-0	366	41	21	3.1
0-40-40	671	76	41	3.7

Weißkraut (8)

Küsten Provinz

ungedüngt	<u>19810</u>	-	<u>693</u>	-
80-80-80	4933	25	120	3.3
140 ¹ -80-80	15700	79	482	8.1

1 60 kg/ha Stickstoff als Kopfdüngung

Demonstrationsversuche (Fortsetzung)

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Anzahl der Versuche in Klammern	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
--	----------------------------	---	----------------------	--

Rotkraut (1)

Küsten Provinz

ungedüngt	<u>32200</u>	-	<u>1352</u>	-
80-80-80	2700	8	61	2.1
140 ¹ -80-80	3600	11	83	2.2

Lauch (1)

Küsten Provinz

ungedüngt	<u>4500</u>	-	<u>158</u>	-
80-80-80	3650	81	75	2.4
140 ¹ -80-80	10250	228	291	5.3

Rote Rüben (1)

Küsten Provinz

ungedüngt	<u>33750</u>	-	<u>1418</u>	-
80-80-80	9250	27	336	7.3
140 ¹ -80-80	20750	62	804	12.9

Blumenkohl (1)

Küsten Provinz

ungedüngt	<u>250</u>	-	<u>18</u>	-
80-80-80	2500	1000	122	3.3
140 ¹ -80-80	15600	6240	1024	16.1

1 60 kg/ha als Kopfdüngung

Einfache Versuche: Provinzdurchschnitt der Ergebnisse 1969/70

Provinz und Düngergaben N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ertragssteigerung kg/ha	%	Nettoerlös \$ /ha	E. A. V. (Ertrags-Auf- wand-Verhält- nis)
Anzahl der Versuche in Klammern				

Sojabohnen (8)

West Provinz

ungedüngt	737	-	68	-
0-40-40	281	38	13	1.9
20-0-40	- 27	- 4	-13	-
20-40-0	209	28	7	1.6
20-40-40	287	39	9	1.5
40-40-40	190	26	5	0.8
20-60-40	221	30	1	0.9
20-40-60	267	36	4	1.2

Erdnüsse (4)

West Provinz

ungedüngt	2057	-	450	-
0-40-40	- 12	- 6	-16	-
20-0-40	- 7	- 3	-12	-
20-40-0	250	12	42	4.4
20-40-40	350	17	59	4.3
40-40-40	368	18	58	3.6
20-60-40	288	14	41	2.9
20-40-60	405	20	68	4.3

Diskussion der Ergebnisse

a) Demonstrationsversuche:

Die Wetterbedingungen waren in der Pflanzzeit 1969/70 weitaus günstiger in Kenia als im Vorjahr. Die Preise für Mais und einige andere Produkte wurden vom staatlichen Marketing Board angehoben und die Düngemittel-

preise gingen etwas zurück. Daher sind die wirtschaftlichen Ergebnisse der Versuche besser als im Vorjahr.

Bei Mais war in allen sieben Provinzen die NP Variante der P Variante in jeder Beziehung überlegen. Nur im Nairobi Distrikt war P besser als NP. In den anderen Provinzen variierten die Ertragssteigerungen zwischen 38 % und 69 %, der Nettoerlös zwischen \$ 23 und \$ 63 pro Hektar und das E.A.V. zwischen 2.1 und 3.4.

Katamani Mais ist eine speziell für trockene Gebiete gezüchtete Sorte. Die Versuche damit ergaben in der Ost Provinz eine Ertragssteigerung von 62 %, einen Nettoerlös von \$ 38/ha und ein E.A.V. von 2.8 bei der NP Variante. Maisanbau in der Küstenprovinz, mit Ausnahme des Taita Distrikts, ist kaum wirtschaftlich zu vertreten. Das zeigt sich auch in den Ergebnissen der Demonstrationsversuche.

Sorghum zeigte auf Grund des höheren Regenfalls in diesem Jahr ein besseres Ergebnis bei der NP Variante. 86 % Ertragssteigerung ergeben einen Nettoerlös von \$ 24/ha und ein E.A.V. von 2.1.

In allen Provinzen war wie im Vorjahr die PK Variante bei Erdnüssen am besten. Das gleiche gilt auch für Sojabohnen, doch ist bei dieser Fruchtart nicht ein so gutes wirtschaftliches Ergebnis zu erwarten.

Die Kartoffeldemonstrationsversuche zeigten bei der NPK Variante wieder die besten Ergebnisse. Nur der Nairobi Distrikt macht eine Ausnahme, hier war NP besser. Ertragssteigerungen lagen zwischen 52 und 66 % mit Nettoerlösen von \$ 47 bis \$ 108/ha und E.A.V.s von 2.2 bis 3.7.

Wie zu erwarten war, zeigte die Bohnensorte Canadian Wonder in der Zentral Provinz und im Nairobi Distrikt weit bessere Ergebnisse als die Lokalsorte Mwezi Moja in der Ost Provinz. Während Mwezi Moja Verluste brachte, ergaben sich mit Canadian Wonder in der Zentral Provinz folgende Ergebnisse: Ertragssteigerung 61 %, Nettoerlös \$ 28/ha und ein E.A.V. von 2.8.

Gemüsedemonstrationsversuche im Taita Distrikt der Küsten Provinz zeigten, obwohl die Anzahl sehr klein war, doch den großen Bedarf dieser Kulturart für hohe Düngergaben.

b) Einfache Versuche:

Die Ergebnisse der einfachen Versuche waren nicht sehr zufriedenstellend. Einige mußten wegen Trockenheit aufgegeben werden. Das erste Mal wurde die Versuchsanlage nach G. H. Hauser angewandt. Die Versuche müssen in der nächsten Pflanzzeit wiederholt werden.

Das FAO Düngemittelprogramm wird in Kenia noch für einige Jahre fortgesetzt, und mehr Ergebnisse sind zu erwarten.

6. Ergebnisse einfacher Düngungsversuche an Arabica Kaffee
in Kleinplantagen in Kenia

Bisher ist die offizielle Düngungsempfehlung für Kaffee in Kenia nur Stickstoff. Viele Großplantagen sind jedoch in den letzten Jahren dazu übergegangen, Mehrnährstoffdüngemittel zu verwenden. Nur die Kleinplantagen der afrikanischen Bauern wurden meist immer noch nur mit Stickstoff gedüngt.

Es wurde daher beschlossen, daß im Rahmen des Düngemittelprogramms einfache Versuche in Kleinplantagen der afrikanischen Bauern ausgelegt werden, um so schnell wie möglich zu einer mehr ausgewogenen Düngungsempfehlung für Kaffee zu kommen. Mit Hilfe der Distrikt-Kaffeeberater wurden in den letzten Jahren 150 Versuche ausgelegt, wie sie in Paragraph 3.33 beschrieben sind. Die Düngergaben sind wie folgt:

Parzelle No.	Dünger pro Baum in g	Dünger pro Parzelle in kg
1 ungedüngt	-	"
2 N	150	6 A. S. N. oder C. A. N.
3 NP	150	6 A. S. N.
	75	3 D. S.
4 NPK	150	6 A. S. N.
	75	3 D. S.
	50	2 Kali 60 %

A. S. N. = Ammonium Sulphat Nitrat 26 % N

C. A. N. = Calzium Ammonium Nitrat 26 % N

D. S. = Doppel-Superphosphat 40 - 43 %

Die Ergebnisse der ersten zwei Jahre liegen nun vor und wurden in Tabelle 15 zusammengestellt. Dabei muß beachtet werden, daß besonders die Wirkung von Phosphat in Baumkulturen oft erst nach mehreren Jahren eintritt. Schon jetzt kann gesagt werden, daß in fast allen Distrikts Zentral Kenias die NP oder PK Variante bessere Erträge gab als nur N, während in

West Kenia nur Stickstoff der Volldüngung gleichwertig ist.

Um zu erfolgreichen Empfehlungen zu kommen, müssen die Versuche noch einige Jahre fortgesetzt werden.

Tabelle 15 Durchschnittliche Ertragssteigerung bei Kaffee in Kenia
(in kg frische Kirschen pro Baum)

Düngung	Distrikts (Zentral Kenia)					
	Meru		Kirinyaga		Machakos	
	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
ungedüngt	6.22	6.13	4.01	9.99	2.52	3.59
N	8.06	8.67	3.95	11.17	3.67	4.29
NP	9.29	9.17	4.37	9.82	4.27	5.28
NPK	10.10	11.44	4.30	11.46	4.50	3.81
GD 5 %	2.54	3.07	N.S.	N.S.	1.89	1.42

Düngung	Distrikts (West Kenia)					
	Kisii		Kakamega		Bungoma	
	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
ungedüngt	1.44	2.05	3.39	2.14	3.07	4.81
N	2.89	2.51	3.97	3.27	2.96	4.95
NP	2.88	2.74	3.67	2.20	3.39	6.27
NPK	2.84	2.52	3.94	2.15	2.53	5.48
GD 5 %	0.85	0.81	N.S.	N.S.	N.S.	1.39

N.S. - nicht signifikant

7. Auswirkung der Demonstrationsprogramme auf die Landwirtschaft

7.1 Entwicklung des Düngemittelverbrauchs

Das FAO Düngemittelprogramm wurde 1960 als Teil der "Freedom from Hunger Campaign" vom Generaldirektor der FAO ins Leben gerufen. Das Düngemittelprogramm ist ein praxisnahes Projekt, das seit nunmehr über 10 Jahren Düngemittel in vielen Ländern der Erde den Millionen Kleinbauern nahegebracht hat. Ein direktes Maß für den Erfolg des Programms ist daher der Düngemittelverbrauch in den Ländern, in denen das Programm tätig ist oder tätig war.

Im Jahre 1961 verbrauchten die 20 Millionen Bauern der Teilnehmerländer des Düngemittelprogramms 230 000 t Reinnährstoff (N, P_2O_5 , K_2O). Schon sechs Jahre später waren es 600 000 t. Das kommt 17 % Steigerung pro Jahr gleich. 1970 verbrauchten die Teilnehmerländer 1.5 Millionen Tonnen Reinnährstoff. Die Voraussagen für 1975 liegen bei 2.3 Millionen Tonnen, zehnmal so viel wie 1961.

In den drei Ländern, die diese Arbeit umfaßt, entwickelte sich der Düngemittelverbrauch wie folgt:

Tabelle 16 Steigerung des Düngemittelverbrauchs in Nigeria,
Sierra Leone und Kenia

		1. <u>Nigeria</u>					
		(in t)					
	1961/62 - 1965/66	65/66	66/67	67/68	68/69	69/70	70/71
N	814	1700	4600	4000	4000	5000	5500
P_2O_5	1135	1400	1800	2200	5400	6500	7000
K_2O	314	249	930	1061	700	400	600
Gesamt	2263	3349	7330	7261	10100	11900	13100

2. Sierra Leone

(in t)

	1965/66	66/67	67/68	68/69	69/70	70/71
N	-	102	395	500	1130	1150
P ₂ O ₅	500	1741	558	800	1000	1212
K ₂ O	-	10	108	100	157	150
Gesamt	500	1853	1061	1400	2287	2512

3. Kenia

(in t)

	1961/62- 1965/66	65/66	66/67	67/68	68/69	69/70	70/71
N	7431	13000	11787	13000	10800	16000	22000
P ₂ O ₅	7992	9850	16560	20000	16000	22600	29700
K ₂ O	-	846	2325	2800	2000	2400	3100
Gesamt	15423	23696	30672	35800	28800	41000	54800

Aus: Annual Fertilizer Review 1971

In Nigeria war der größte Anstieg zwischen 1965 und 1968 zu verzeichnen. In diesen Jahren hat sich der Reinnährstoffverbrauch verdreifacht. Seit dem Bürgerkrieg ist zwar die Rate des Anstieges zurückgegangen, aber dies wird sich wahrscheinlich bald wieder zum besseren wenden.

In Sierra Leone war der Düngemittelverbrauch fast Null, als das Düngemittelprogramm zu arbeiten begann. Inzwischen ist der Verbrauch auf 2500 t Reinnährstoff gestiegen. Das Landwirtschaftsministerium hat eine spezielle Düngemittelabteilung, und die Regierung mißt allen Fragen der Düngung große Wichtigkeit bei.

In Kenia war der Düngemittelverbrauch fast stagnant während der Mitte der sechziger Jahre. Seit dem Beginn des Düngemittelprogramms ist ein

starker Anstieg zu verzeichnen. Der Anstieg ist besonders groß im Kleinbauernsektor der kenianischen Landwirtschaft. Das geht aus den Verkaufszahlen der "Kenya Farmers Association" in ihren fünf wichtigsten Zweigstellen in Kleinbauerngebieten hervor.

Tabelle 17 Verkaufszahlen in den fünf wichtigsten Zweigstellen der K.F.A.

Jahr	Anzahl 50 kg Säcke	%-Steigerung
1968/69	24.190	-
1969/70	46.917	48.4
1970/71	57.271	22.1
1971/72	141.304	146.7

Ähnliche Steigerungsraten werden in den nächsten Jahren erwartet.

7.2 Ausbau des Düngemittelmarktes

Wenn ein gewisser Bedarf an Düngemitteln geschaffen worden ist, muß das Vermarktungssystem ausgebaut werden. Im FAO Düngemittelprogramm wird das im Rahmen der sogenannten "Pilot Schemes" getan. In diesen Projekten werden Möglichkeiten der Düngerversorgung getestet. In Ländern, wo keinerlei kommerzielle Unternehmen bereit sind, den Düngemittelverkauf zu übernehmen, muß der landwirtschaftliche Beratungsdienst einspringen. Wenn der Absatz dann groß genug ist, kann der Verkauf von Düngemitteln an den Handel übergeben werden. Es ist aber immer sehr wichtig, daß die Regierung den Handel mit Düngemitteln durch Gesetze überwacht. Wo die Genossenschaften gut funktionieren, können diese auch einen Teil des Düngerverkaufs übernehmen.

Angeregt durch das Düngemittelprogramm finden sich meist Geberländer oder Organisationen wie die Weltbank, die den Aufbau eines Düngemittelverteilungsnetzes finanzieren. Nigeria und Sierra Leone versorgte die Bundesrepublik Deutschland im Rahmen ihres Produktionsmittelprogramms mit Düngemitteln, Experten und finanziellen Mitteln für die Sicherstellung

der Düngemittelverteilung. In Kenia will die Weltbank ein Produktionsmittel-Beschaffungsprojekt finanzieren, das direkt auf dem FAO Düngemittelprogramm aufbaut.

An diesen Beispielen zeigt sich, daß ein praxisnahes Programm immer weitere Folgeprogramme nach sich zieht.

7.3 Steigerung des Anbaus von Hochertragssorten

Nur in Kenia wurden Hybridmaissorten in das Programm mit aufgenommen. In Nigeria und Sierra Leone war während der sechziger Jahre nicht genügend Saatgut vorhanden, um die Demonstrationsversuche systematisch mit Zuchtsorten auszulegen.

In Kenia hatte die Einführung von Hybridmais guten Erfolg, wie aus den folgenden Zahlen hervorgeht.

Tabelle 18 Steigerung des Hybridmaisanbaus in Kenia

Jahr	Anbaufläche in Acres
1970	315.000
1971	501.000
1972	705.000
1973 geplant	1.000.000

Es ist daher immer zu empfehlen, Zuchtsorten in das Demonstrationsprogramm aufzunehmen, wo das möglich ist.

7.4 Verbesserung des landwirtschaftlichen Beratungsdienstes

Wie schon in den entsprechenden Paragraphen erwähnt, zieht die erfolgreiche Durchführung eines Düngemittelprogramms immer eine allgemeine Verbesserung des Beratungsdienstes des betreffenden Landes nach sich. In vielen Entwicklungsländern ist der landwirtschaftliche Beratungsdienst heute durch Nachlässigkeit, Mangel an finanziellen Mitteln, Unfähigkeit der

Berater und ihrer Aufseher fast ganz zum Erliegen gekommen, oder die gesamte Tätigkeit beschränkt sich auf das Schreiben von Berichten.

Ein gut organisiertes Düngemittelprogramm kann dem Beratungsdienst wieder Sinn und Zweck geben. Durch Kurse wird der allgemeine Ausbildungsstand der Berater und deren Aufseher erhöht. Durch gut gelungene Demonstrationsversuche erlangt der einzelne Berater wieder Ansehen bei den Bauern, das oft durch jahrelanges Nichtstun verloren gegangen war. Das alles wirkt sich weit über den eigentlichen Rahmen des Düngemittelprogramms aus. Diese Nebenwirkungen eines guten Düngemittelprogramms werden auch meist von den Regierungen anerkannt.

8. Zusammenfassung

Die wirtschaftliche Entwicklung fast aller afrikanischer Staaten hängt vom Fortschritt auf dem landwirtschaftlichen Gebiet ab. Dabei kommt es darauf an, die Millionen von Kleinbauern durch bessere Anbaumethoden produktiv in die Gesamtwirtschaft einzubeziehen und ihren Lebensstandard zu erhöhen.

Es hat sich gezeigt, daß die Einführung von Düngemitteln die "Speerspitze" des Fortschritts sein kann. Seit Anfang der sechziger Jahre hat FAO im Düngemittelprogramm über 100 000 Demonstrationsversuche in Kleinbauernfeldern von mehr als 30 Ländern ausgelegt. In der vorliegenden Arbeit wird beschrieben, wie ein Düngemittelprogramm erfolgreich durchgeführt werden kann, und es werden die Ergebnisse der Versuche von drei Ländern, Nigeria, Sierra Leone und Kenia, angeführt.

Nach der Beschreibung von Klima und Boden als auch der Bedeutung der Landwirtschaft in den drei Ländern wird eingehend die Methodik des Demonstrationsversuches behandelt. Die Praxis hat immer wieder gezeigt, daß der Erfolg eines Demonstrationsprogrammes weitgehend von der Anwendung der richtigen Versuchsmethoden abhängt. Die Typen der Demonstrationsversuche von der "Look-see-package-demonstration" bis zum Streuversuch (simple trial) werden beschrieben und deren Vor- und Nachteile diskutiert.

In Einzelheiten wird dann von der Ausbildung der Feldberater über die Auswahl der Bauern und der Versuchsfelder bis zur Auswertung der Versuchsberichte alles angeführt, was dem Autor auf Grund zehnjähriger Erfahrung im Düngemittelprogramm als wichtig erscheint.

Abschnitt 4 ist der Auswahl der Versuchspflanzen gewidmet. Diese variieren stark entsprechend den sehr verschiedenen Boden- und Klimabedingungen in den verschiedenen Ländern des Arbeitsgebietes. Reis, Yams und Cassava haben eine größere Bedeutung in der tropischen Regenwald- und Savannenzone Westafrikas, während Mais, Bohnen und Kartoffeln im kühlen Hochland Ostafrikas angebaut werden. Erdnüsse sind von gleich großer Bedeutung in West- und Ostafrika. In beiden Gebieten sind sie eine wichtige Exportkultur.

Die Versuchsergebnisse als solche wurden im Abschnitt 5 der Arbeit zusammengestellt. Neben den Ertragssteigerungen wird auch das wirtschaftliche Ergebnis der Versuche in Form des Nettoerlöses und des Ertrags-Aufwand-Verhältnisses gegeben. Es wird erwartet, daß diese Form der Darstellung dazu beiträgt, daß der Leser sich ein besseres Bild über Pflanzenbau in diesen Ländern machen kann. Es zeigt sich klar, daß oft kleinere Ertragssteigerungen, wie z. B. bei Reis, einen weitaus besseren wirtschaftlichen Erfolg haben können als 80 % Ertragssteigerung bei Cassava. Würde die Darstellung der Ergebnisse auf den rein pflanzenbaulichen Aspekt beschränkt, kämen diese wichtigen Punkte nicht in Erscheinung. Ergebnisse von Versuchen zu Kaffee in Kenia beschränken sich auf die zwei ersten Jahre. Dieser Zeitraum ist etwas kurz, um zu endgültigen Schlüssen zu kommen. Jedoch kann heute schon gesagt werden, daß eine Volldüngung von NP oder NPK in weiten Gebieten Kenias der Düngung von nur Stickstoff überlegen ist.

Im letzten Abschnitt wird dann die Auswirkung eines erfolgreichen Düngemittelprogramms auf die Gesamtlandwirtschaft diskutiert. Sehr wichtig scheinen dem Autor die Nachfolgeprojekte zu sein. Es ist nicht damit getan, die Bauern von der Wichtigkeit der Düngemittel zu überzeugen. Es muß auch dafür gesorgt werden, daß sie diese und andere Produktionsmittel auch kaufen können.

Der gesamte landwirtschaftliche Beratungsdienst eines Landes kann durch ein Düngemittelprogramm wieder neu belebt werden. Der einzelne Berater bekommt im Düngemittelprogramm ein gut definiertes Arbeitsprogramm, das ihm wieder Ansehen bei den Bauern verschafft, welches oft durch jahrelanges Nichtstun verloren gegangen ist. Die Einführung von Hohertragsorten kann erfolgreich mit der Einführung von Düngemitteln gekoppelt werden. Das hat sich am Beispiel Kenias gezeigt, wo sich die Anbauflächen von Hybridmais sehr schnell vergrößern, seit die Hybridsorten in den Demonstrationsversuchen verwandt werden.

Während der Zusammenstellung der gesamten Arbeit war der Autor bemüht, die Probleme so darzustellen, wie sie sich in der alltäglichen Arbeit in den Entwicklungsländern zeigen. Es wird gehofft, daß dadurch die Arbeit einen Beitrag zur deutschen Entwicklungshilfe leistet.

9. Literaturverzeichnis

1. Agricultural Sample Survey Western Nigeria 1958/59 Eastern Nigeria 1959/60 Government Printer Lagos.
2. Andreae, B.
Betriebsformen in der Landwirtschaft. Stuttgart 1964.
3. Armitage, M.S. und Maina, C.M.
Country Report Swaziland. FAO Seminar on Planning and Organisation of Fertilizer Use Development in Africa. Nairobi 1.-16. Dez. 1972.
4. Atanasiu, N.
A Comparative Study on the Effect of Water and Citrate Soluble Phosphatic Fertilizers on Yield and P-Uptake on Tropical and Subtropical Soils. J. Indian Soc. Soil Sci. Vol. 19 (2): 119 - 127 1971.
5. Atanasiu, N.
Response to K by Cereals on different Ethiopian Soils. International Potash Institute. Berne/Switzerland 1970.
6. Atanasiu, N. und Westphal, A.
The Effect of Different Forms of Fertilizer on the Crop Yield in Ethiopia. Paper presented at the Conference on Agricultural Research and Production in Africa. Addis Abeba 1971.
7. Aubréville, A.
Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique Tropicale. Paris 1949.
8. Bhakdi, L., Anunt, K. und Sombhot, S.
Simple Fertilizer Trials on Rice in Cultivators Fields in Thailand. I. R. C. Newsletter 1963 12 (2).
9. Blankenburg, P.v.
Der ökonomisch-soziologische Ansatz zur Aktivierung bäuerlicher Landwirtschaft in Entwicklungsländern. Dar- gestellt an der Gummiwirtschaft Westnigerias (Berichte über Landwirtschaft Bd. 41 1963, H. 3 S. 425 - 623). Hamburg und Berlin 1963.
10. Bonnet, R.G.
A fertilizer survey in the Western Region of Nigeria, December 1960 - March 1961.

11. Braun, H.
Experiences of the FAO Fertilizer Programme. FAO Rome
AGL TFPD/72/5 1972.
12. Brown, L. H.
National Cash Crops Policy for Kenya (Parts I and II).
Government Printer, Nairobi 1963.
13. Couston, J. W.
Economic Aspects of Fertilizer Use at the National and
Farm Level in Developing Countries. FAO Rome 1971.
14. Couston, J. W.
Importance of Mineral Fertilizer for Food and Human Health
in Developing Countries. International Potash Institute Berne.
15. Couston, J. W.
Marketing and Development Studies. Nigeria Preliminary
Report. FAO Rome 1963.
16. De Geus, J. G.
Fertilizer Guide for Tropical and Subtropical Farming.
Centre d'Etude de l'Azote, Zurich 1967.
17. Economic-Commission for Africa
African Agricultural Development. United Nations
New York 1966.
18. Food and Agriculture Organisation
A Strategy for Plenty. Rome 1970.
19. Food and Agriculture Organisation
FAO Africa Survey. Rome 1965.
20. Food and Agriculture Organisation
Agricultural Development in Nigeria 1965 - 1980. Rome 1966.
21. Food and Agriculture Organisation
Annual Fertilizer Review. Rome 1971
22. Food and Agriculture Organisation
Fertilizer Credit and Cash Pilot Schemes. Rome 1970.
23. Food and Agriculture Organisation
Fertilizer Training Course. FP 22 Rome 1971.
24. Food and Agriculture Organisation
The FFHC Fertilizer Programme in Eastern Nigeria.
Rome 1970.

25. Food and Agriculture Organisation
FFHC Fertilizer Programme. General Instructions for
the Field Programme. Rome 1968.
26. Food and Agriculture Organisation
Improving Soil Fertility in Africa. Rome 1971.
27. Food and Agriculture Organisation
Indicative World Plan for Agricultural Development to
1975 and 1985. Provisional Regional Study No. 3. Africa
South of the Sahara Supplement 1. Rome 1969.
28. Food and Agriculture Organisation
Production Yearbook vol. 16. Rome 1962.
29. Food and Agriculture Organisation
Production Yearbook vol. 23. Rome 1969.
30. Food and Agriculture Organisation
Report of the First Meeting on Soil Fertility and Fertilizer
Use in West Africa. Rome 1963.
31. Food and Agriculture Organisation
Review of Trial and Demonstration Results (Final)
1963/64 bis 1969/70 Rome.
32. Food and Agriculture Organisation
Smaller Farmlands can yield more. Rome 1969.
33. Food and Agriculture Organisation
Soil Survey Data and Methods. Report to the Government
of Kenya. Rome 1971.
34. Food and Agriculture Organisation
Improving Soil Fertility in Africa. Rome 1971.
35. Food and Agriculture Organisation
The FAO Fertilizer Programme under the Freedom from
Hunger Campaign, its Achievements and Future Plans.
Rome 1968.
36. Forde, D., Scott, R. and Perham, M.
The Native Economics of Nigeria. London 1946.
37. Frémond, Y., Ziller, R. und De Nucé de Lamothe, M.
The Coconut Palm. Published by International Potash
Institute. Berne/Switzerland 1966.

38. Galletti, R., Baldwin, K.D.S. und Dina, J.O.
Nigerian Cocoa Farmers. An Economic Survey of Yoruba
Cocoa Farming Families. Oxford University Press 1956.
39. Hagen, K. und Swift, A.
Report on a Survey of a Possible Fertilizer Project in
Kenya. National Agricultural Laboratories Nairobi 1966.
40. Hainsworth, E.
A National Cash Crops Policy for Kenya (Part II). Govern-
ment Printer Nairobi 1963.
41. Hardcastle, J.E.Y.
The Development of Rice Production and Research in the
Federation of Nigeria. Sonderdruck aus Tropical Agricul-
ture. Hrsg. vom Imperial College of Tropical Agriculture
Vol. XXXVI No. II London April 1959.
42. Hauser, G.F.
A Standard Guide to Soil Fertility Investigations on Farmers
Fields. FAO Rome 1970.
43. Horticultural Section of the Kenya Department of Agriculture
Horticultural Handbook. Government Printer Nairobi 1966.
44. Ignatieff, V. und Page, H.J.
Efficient Use of Fertilizers. FAO Rome 1968.
45. Information Department Benin City Nigeria
Midwestern Nigeria at a Glance. Benin City 1971.
46. Israel, State of and FAO
International Course on Extension Methods and Fertilizer
Use. Rome 1971.
47. Islam, M.A.
Fertilizer trials on Paddy in Farmers Fields in East
Pakistan. I.R.C. News Letter 1961 10 (2).
48. Jacob, A. und Uexkuell, H.v.
Fertilizer Use. Verlagsgesellschaft für Ackerbau m.b.H.
Hannover 1963.
49. Keay, R.W.J.
An Outline of Nigerian Vegetation. Lagos 1953.
50. Kellogg, C.A.
Tropical Soils. 4th Int. Cong. Soil Sci., 1 S. 266 - 276,
London 1950.

51. Kenya Ministry of Agriculture
Agric. Information Centre. Crop and Livestock Manual.
Nairobi 1971.
52. Koren, P.
Training and Information in Fertilizer Use Development.
FAO Rome AGL: TPF/D/72/16 1972.
53. Lloyd, P. C.
Yoruba Land Law. Hrsg. For the Nigerian Institute of
Social and Economic Research, Ibadan, by the Oxford
Press. London, New York, Ibadan 1962.
54. Lochow, J. v. und Schuster, W.
Anlage und Auswertung von Feldversuchen. DLG Verlag
Frankfurt 1961.
55. Mann, W. S.
A Study in the Fertilizer Use in Eastern Nigeria. Enugu 1963.
56. Martin, A.
The Oil Palm Economy of the Ibibio Farmer. Ibadan 1956.
57. Martin, F. J. und Doyne, H. C.
Soil Survey of Sierra Leone. 1932
58. National Atlas of Kenya
Survey of Kenya. Nairobi 1970.
59. Nigeria, Federation of
National Development Plan 1962 - 68. Lagos 1962.
60. Nigeria Handbook of Commerce and Industry
Hrsg. Federal Ministry of Commerce and Industry,
Lagos 1962.
61. Nigerian Handbook
Hrsg. The Crown Agents for Oversea Governments and
Administrations. Second Edition London 1954.
62. Nigeria Year Book 1964
Hrsg. Times Press Ltd. Lagos 1964.
63. Nye, P. H. und Greenland, D. J.
The Soil under Shifting Cultivation. Technical Communi-
cation No. 51. Commonwealth Bureaux of Soils. Bucks 1960.
64. Oh, W. K.
Fertilizer Response of Rice in Korea. IRC Newsletter
1962 11 (3).

65. Parish, P.H.
Technical and Research Aspects in Soil Fertility and
Fertilizer Use. FAO Rome AGL TPDF/72/2 1972.
66. Phillips, J.
Agriculture and Ecology in Africa. London 1959.
67. Phillips, T.A.
An Agricultural Notebook. Second edition Longmanns of
Nigeria L.D.T. W.R. Industrial Estate Ikeja, Nigeria 1964.
68. Piekenbrock, P.
Vegetation und Pflanzenbau in den Tropen. Deutsche Afri-
ka-Gesellschaft Schriftenreihe Nr. 7. Bonn 1958.
69. Ponnampерuma, F.N.
Fertilizer trials in Cultivators Fields in Ceylon,
IRC News Letter 1959 8 (1).
70. Pontailier, S.
Fertilizers and Manures. Presses Universitaires de
France. Paris 1956.
71. Prest, A.R. und Stewart, I.G.
The National Income of Nigeria 1950-51. Colony Research
Study No. 11. Her Majesty's Stationery Office, London
1953, S. 26 ff.
72. Quinn-Young, C.T. und Herdman, F.
Geography of Nigeria. London, New York, Toronto 1958.
73. Richardson, H.L.
The Fertility Potentialities and Needs of Tropical Soils.
Nachdruck aus Tropical Science Vol. V. Nr. 3.
74. Rowling, C.S.
Notes on Land Tenure in the Benin, Kukurú, Ishan and
Asaba Divisions of Benin Province. Hrsg. The Govern-
ment Printer Lagos 1948.
75. Schmitt, L.
Richtlinien für die Anstellung von Düngungsversuchen.
D.L.G. Verlag Frankfurt 1959.
76. Schmitt, L.
Richtlinien für die Auswertung von Düngungsversuchen.
D.L.G. Verlag Frankfurt 1959.

77. Sese, A.I. J.
Sierra Leone Rice Production and Fertilizer. Ministry of Agriculture Freetown 1970.
78. Shein, M. und Win, K.
Fertilizer trials on paddy on farmers fields in Burma, IRC Newsletter 1962 11 (3)
79. Sierra Leone Ministry of Agriculture and FAO Fertilizer Programme
Results from Demonstrations 1969. Freetown 1970.
80. Statistical Abstract.
Kenya Ministry of Finance and Planning. Statistics Division. Government Printer Nairobi 1971.
81. Statistical Bulletin
Western Nigeria Volume IV, Numbers 1 and 2, June and December 1962, Ministry of Economic Planning and Community Development Ibadan.
82. Stephens, D.
Fertilizer Trials on Peasant Farms in Ghana. Emp. J. Expt. Agric. 1960 28 (19): S. 1 - 15.
83. Stewart, A. B.
Soil Fertility Investigations in India. Indian Council of Agric. Research. New Delhi 1947.
84. Theisen, A. A.
Der Mineralbestand saurer tropischer Böden auf vulkanischem Ausgangsmaterial in Kenia. Dissertation Gießen 1966.
85. UNDP/FAO
Soil Fertility Survey and the Establishment of a Soil Fertility Unit in Iran, Rome 1966, Report FAO/SF: 20/IRA 1966.
86. Urquhart, D. H.
Tropical Agriculture Series, Cocoa. Second Edition London 1961.
87. Vermaat, J. G.
Experimentation on Cultivators Fields, with Special Reference to Pakistan. Soil Sci. 1963, 95 (4): 281 - 282
88. Vine, H.
Notes on the Main Types of Nigerian Soils. Lagos 1953.

89. Waldock, E.A., Capstick, E.S. und Browning, A.J.
Soil Conservation and Land Use in Sierra Leone. Government Printer Freetown 1951.
90. Welte, E.
Fruchtbarkeit und Leistung tropischer Böden unter Berücksichtigung des Problems des Wanderackerbaus (shifting cultivation). Sonderdruck aus "Afrika heute", Jahrbuch der Deutschen Afrika-Gesellschaft 1963.
91. Yates, F., Lipton, S., Sinha, P. und Das Gupta, K.P.
A Exploratory Analysis of a Large Set of $3 \times 3 \times 3$ Fertilizer Trials in India. Emp. J. Expt. Agric. 1959 27 (108): 263 - 275
92. Yates, F.
The Design and Analysis of Factorial Experiments. Tech. Com. No. 35 of the Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden, England, 1964.

Herrn Professor Dr. N. Atanasiu bin ich zu besonderem Dank verpflichtet für die Betreuung der vorliegenden Arbeit und die überaus wertvollen Anregungen zu ihrer Vervollständigung.

Der bodenkundliche Teil dieser Arbeit wurde durch Hinweise von Herrn Professor L. Jung substantiell ergänzt. Dafür bin ich sehr dankbar.

Herrn Dr. A. Westphal bin ich zu Dank verpflichtet für die Hilfe bei der technischen Durchführung und Drucklegung der Arbeit.

Meiner Frau möchte ich danken für die vielen Stunden geduldiger Arbeit an der Schreibmaschine. Sie hat wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Lebenslauf

Name: Zschernitz, Fritz Ehrhardt Klaus

Geburtsdatum: 19. Juli 1932

Geburtsort: Beuden, Kreis Delitzsch, Sachsen-Anhalt

Nationalität: deutsch

Familienstand: verheiratet, zwei Kinder

Ausbildung: Nach Volks- und Oberschule (mittlere Reife) und einer landwirtschaftlichen Lehrzeit sowie Landwirtschaftsschule in der SBZ

1956 Besuch der Höheren Landbauschule Michelstadt/Odw.

1956 - 1960 Landwirtschaftsstudium an der Justus-Liebig-Universität Gießen/Hessen

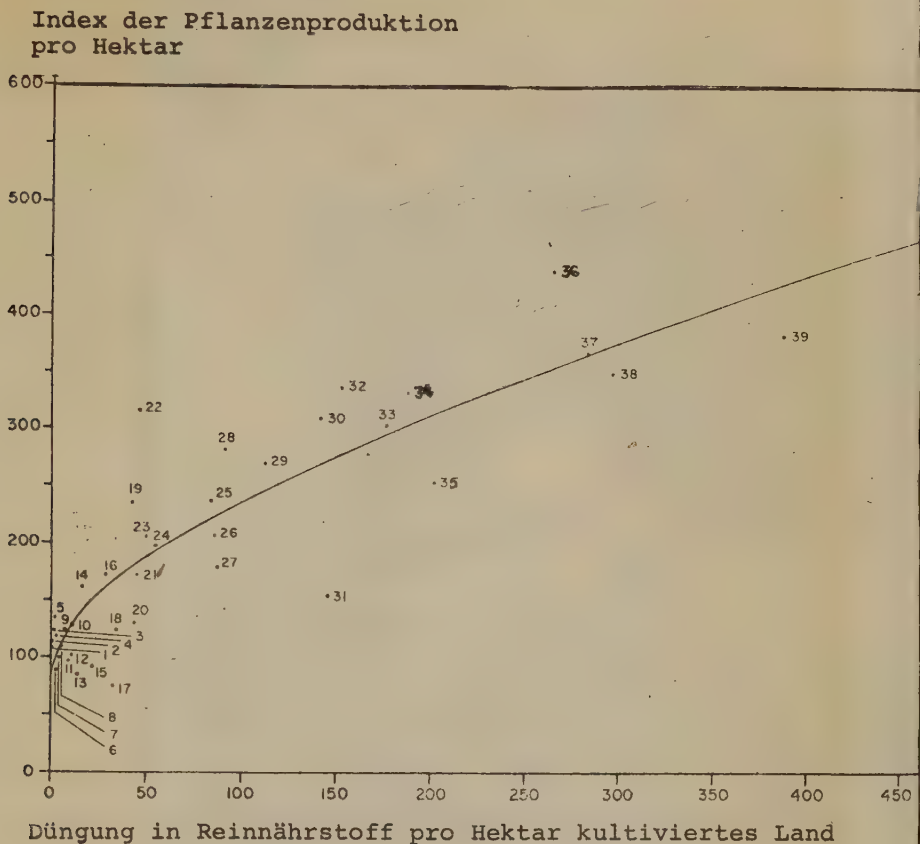
Beruflicher Werdegang: Vom 9.4.54 - 31.12.55 Beschäftigung als landwirtschaftlicher Verwalter bei Landwirt Gerd Friedrich, Nieder-Erlenbach, Kreis Friedberg/Hessen

Vom 1.5.60 - 30.4.62 Tätigkeit als Redakteur bei der Land- und Forstwirtschaftskammer Hessen-Nassau, Frankfurt/M.

Vom 1.5.62 - 31.12.62 Institut für Pflanzenbau der Universität Gießen, Versuchsfeld Groß-Gerau - Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur Vorbereitung für den Dienst bei der FAO

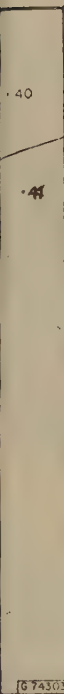
Seit 1.2.1963 beschäftigt als Bodenspezialist im Düngemittelprogramm der FAO. Tätigkeitsgebiete: vom 4.2.1963 bis 26.5.1966 in Nigeria, vom 1.6.1966 bis 15.6.1968 in Sierra Leone, ab 7.9.1968 in Kenia.

Figur 1: Verhältnis zwischen Düngemittelverbrauch und Pflanzenprodukt pro Hektar 1961 - 63



Quelle: J.W. Couston 1966, Importance of mineral fertilizer for food and human health in developing countries.

- | | | |
|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1 - Burma | 15 - Südafrika | 29 - Frankreich |
| 2 - Argentinien | 16 - Jugoslawien | 30 - Österreich |
| 3 - Thailand | 17 - Portugal | 31 - Republik Korea |
| 4 - Türkei | 18 - Spanien | 32 - Dänemark |
| 5 - Indonesien | 19 - U.S.A. | 33 - Norwegen |
| 6 - Indien | 20 - Australien | 34 - England |
| 7 - Syrien | 21 - Griechenland | 35 - China (Taiwan) |
| 8 - Pakistan | 22 - Ceylon | 36 - Schweiz |
| 9 - Columbien | 23 - Peru | 37 - Japan |
| 10 - Kanada | 24 - Italien | 38 - Bundesrepublik Deutschland |
| 11 - Mexiko | 25 - Schweden | 39 - Belgien-Luxemburg |
| 12 - Brasilien | 26 - Israel | 40 - Neuseeland |
| 13 - Philippinen | 27 - Finnland | 41 - Niederlande |
| 14 - Chile | 28 - Vereinigte Arab. Rep. | |

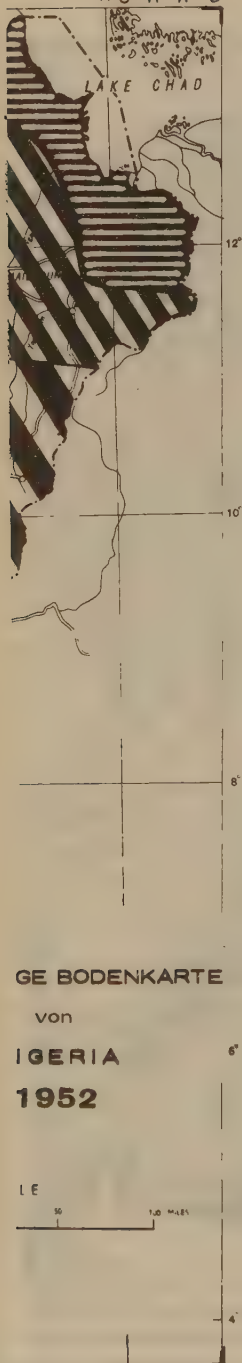


Karte der Bodenprovinzen Sierra Leones

- | | |
|--|--|
| <p>A. Böden der Freetown Halbinsel auf Norit und Gabbro basierend</p> <p>B. Sandige Böden der Meeresstrände und Lagunen</p> <p>C. Böden der Küstensümpfe</p> <p>D. Böden der alluvialen Überflutungsgebiete. Meist Grasland</p> <p>E. Böden der hochgelegenen Strände und Küstenterrassen</p> <p>F. Böden der Inlandebenen basierend auf metamorphen Felsen</p> <p>G. Böden Rokel Fluß Serie unter Sekundärwald</p> <p>H. Böden der Rokel Fluß Serie unter Savanne</p> | <p>I. Böden des Bolilandes</p> <p>J. Böden auf Granit und Gneis unter Sekundärwald</p> <p>K. Böden auf Granit und Gneis unter Savanne</p> <p>L. Böden des oberen Moa Basins</p> <p>M. Böden des Plateaus auf Gneis und Granit unter Sekundärwald</p> <p>N. Böden des Plateaus auf Gneis und Granit unter Savanne</p> <p>O. Hügel- und Gebirgsböden auf Granit und Gneis</p> <p>P. Hügel- und Gebirgsböden auf Kambui Schists</p> |
|--|--|

utsch-





LEGENDE

- A. (1) Rotlehme und Roterden (Red Latosol). Gut durchlässige bis mäßig durchlässige Böden, mäßig bis stark ausgewaschen mit niedrigem bis mittlerem Humusgehalt. Eingeschlossen sind kleine Flächen, die unter Staunässe leiden.



I. Orange-braune bis rote lockere Sande



II. Braun bis rotbraune kompakte Feinsande



III. Vorherrschend rote poröse Sande bis sandige Lehme

- A. (2) Gebirgsrotlehme. Durchlässige statt ausgewaschene Böden mit hohem Humusgehalt (in Höhen über 1800 m).



IV. Rote poröse Tone und sandige Lehme

- B. Gelblehme (Yellow Latosol). Gut durchlässige Böden. Sehr stark ausgewaschen. Isoliert können kleine Flächen mit Staunässe auftreten.



V. Gelbbraune poröse Sande bis sandige Lehme



VI. Braune krümelige Tone

- C. Sumpfböden mit eingeschlossenen kleinen Flächen trockenen Landes.



VII. Süßwassersumpf-Böden, graue bis weiße Sande und graue Tone mit humosem Oberboden



VIII. Braun-schwarze salzhaltige Mangrovenböden mit einer Matte aus Pflanzenrückständen.

- D. Sande und Tone (Grumusole) in Nord-Ost Bornu



IX. Graue bis schwarze plastische Tone undurchlässig oder zeitweise überflutet. Lose graubraune Sande.



Gebiete, wo sich Eisenkonkretionen (Laterit) im Bodenprofil finden.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641 - 77449